Environmental Protection Series

Dewatering Pulp and Paper Mill Sludge Using the Kamyr Ring Press

Report EPS 3/PF/4
June 1991

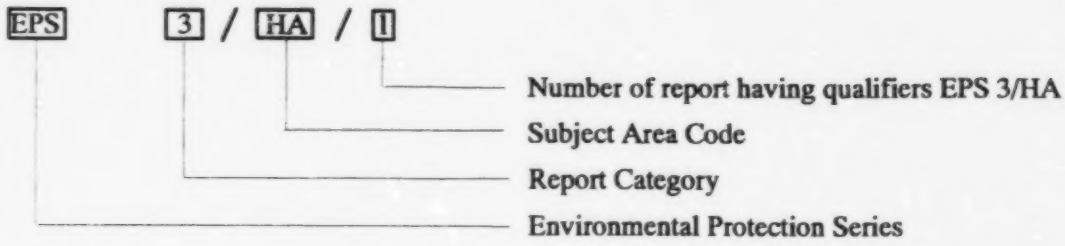
PRINTED IN CANADA

Canada

Environment Canada | Environnement Canada

ENVIRONMENTAL PROTECTION SERIES

Sample Number:



Categories

1 Regulations/Guidelines/Codes of Practice
2 Problem Assessments, and Control Options
3 Research and Technology Development
4 Literature Reviews
5 Surveys
6 Social, Economic and Environmental Impact Assessments
7 Surveillance
8 Policy Proposals & Statements
9 Manuals

Subject Areas

AG Agriculture
AN Anaerobic Technology
AP Airborne Pollutants
AT Aquatic Toxicity
CC Commercial Chemicals
CE Consumers and the Environment
CI Chemical Industries
FA Federal Activities
FP Food Processing
HA Hazardous Wastes
IC Inorganic Chemicals
MA Marine Pollution
MM Mining and Ore Processing
NR Northern and Rural Regions
PF Paper and Fibres
PG Power Generation
PN Petroleum and Natural Gas
RA Refrigeration and Air Conditioning
RM Reference Methods
SF Surface Finishing
SP Oil and Chemical Spills
SRM Standard Reference Methods
TS Transportation Systems
TX Textiles
UP Urban Pollution
WP Wood Protection/Preservation

New subject areas and codes are introduced as they become necessary. A list of EPS reports may be obtained from Environmental Protection Publications, Conservation and Protection, Environment Canada, Ottawa, Ontario, Canada, K1A 0H3

Think Recycling!

Pensez à recycler!

This publication is printed on paper containing recovered waste.

Dewatering Pulp and Paper Mill Sludge Using the Kamyr Ring Press

by

G. Arcand and D. Heins
Canadian Pacific Forest Products Limited
Gatineau, Quebec

for the

Technology Development Branch
Environmental Protection
Conservation and Protection
Environment Canada

This project was conducted under the Development and Demonstration of Resource and Energy Conservation Technology (DRECT) Program

Report EPS 3/PF/4
June 1991

91-06192/

CANADIAN CATALOGUING IN PUBLICATION DATA

Arcand, G.

Dewatering pulp and paper mill sludge using the Kamyr ring press

(Report ; EPS 3/PF/4)
Text in English and French with French text on inverted pages.
Title on added t.p.: Égouttage des boues d'une usine de pâtes et papiers au moyen d'une presse à anneaux Kamyr.
ISBN 0-662-58497-X
DSS cat. no. En49-6/3-4

1. Wood-pulp industry -- Quebec (Province) -- Waste disposal. 2. Paper mill -- Québec (Province) -- Waste disposal. 3. Sewage sludge -- Drying. I. Heins, D. (David). II. Canada. Technology Development and Technical Services Branch. III. Canada. Environment Canada. IV. Title. V. Series: Report (Canada. Environment Canada) ; EPS 3/PF/4.

TD899.W65A72 1991 676'.042 C91-098664-9E

©Minister of Supply and Services Canada 1991
Cat. No. En 49-6/3-4
ISBN 0-662-58497-X

Review Notice

This report has been reviewed by the Technology Development Branch of Environment Canada, and approved for publication. Approval does not necessarily signify that the contents reflect the views and policies of Environment Canada. Mention of trade names or commercial products does not constitute recommendation or endorsement for use.

Readers' Comments

Readers who wish to comment on the contents of this report should address their comments to:

S.A. Ross
Technology Development Branch
Conservation and Protection
Environment Canada
Ottawa, Ontario
K1A 0H3

Disclaimer

Canadian Pacific Forest Products Ltd. assumes no responsibility or obligation whatsoever with respect to the use of any sludge dewatering system or apparatus and, without limiting the generality of the foregoing, Canadian Pacific Forest Products Ltd. specifically disclaims any responsibility, obligation, warranty or guarantee in connection with the installation start-up, operation, performance or technical service of any installation where any such system is carried on.

Canadian Pacific Forest Products Ltd. makes no representation or warranty that the use of any sludge dewatering system or apparatus, including the Kamyr Ring Press, or the sale of any product thereof does not or may not infringe the patent rights of others.

Abstract

At the Canadian Pacific Forest Products Limited pulp and paper mill in Gatineau, Quebec, waste is pressed before burning using a Kamyr Ring Press. The innovative design of this press, developed by the Centre de recherches industrielle du Québec, makes it an interesting alternative to the disc, belt, or screw presses commonly used in the pulp and paper industry.

Table of Contents

Abstract v
List of Figures viii
List of Tables ix
Acknowledgements x

Section 1
Introduction 1
1.1 Canadian Pacific Forest Products Limited 1
1.1.1 Facilities 1
1.1.2 Effluent Treatment 1
1.1.3 Energy Usage 1
1.2 Kamyr Ring Press 2
1.2.1 Specifications 3

Section 2
Project Development 4

Section 3
Ring Press Operation 7
3.1 Log of Events 7
3.2 Problems Encountered/Solutions 11
3.2.1 Initial Start-up 11
3.2.2 Operating Pressure 11
3.2.3 Shredder Jamming 11
3.2.4 Doctor Blades 12
3.2.5 Screen Plates 12
3.2.6 Modification of the Discharge Section 12
3.2.7 Feed Screws 12
3.2.8 Modification of Inlet 12
3.2.9 Press Reliability 12
3.2.10 Operator Intervention 12
3.3 Test Results 12

Section 4
Economic Evaluation 15

Section 5
Conclusions 19

Appendix A
Calculation of Potential Energy Savings and Environmental Benefits 21

Appendix B
No. 6 Boiler - Oil Saved 23

List of Figures

1	Mill Effluent Treatment	1
2	Kamyr Ring Press Single Channel Rotor	2
3	Kamyr Ring Press Operation	2
4	40 in. Single Ring Portable Ring Press	5
5	Ring Press Trial Arrangement	5
6	Feed Screws with Agitator Pins	9
7	Cross Section of Press Outlet	9
8	Discharge Screw-Shredder	10
9	Partial Cross Section Showing Original Ring Press Discharge Arrangement	10
10	Partial Cross Section Showing Modified Ring Press Discharge Arrangement	11
11	Ring Press Operation with New Chromed Screens and Discharge Arrangement: Press Torque Versus Feed Rate	14
12	Ring Press Operation with New Chromed Screens and Discharge Arrangement: Consistency Versus Feed Rate	14

List of Tables

1	Moisture Content of Sludge, Reitz "Vee" Press, August 1985	4
2	40 in. Single Ring Press Test Results, April 1985	6
3	Ring Press Test Data, January 22-28, 1988	13
4	Ring Press Test Data, August 29-30, 1989	13
5	Sludge Feed Rate to Boiler No. 6	15
6	Sludge Moisture Levels	16
7	Boiler Operation	17
8	Fossil Fuel Consumption, 1989	18

Acknowledgements

The assistance of Kamyr, Inc., and particularly Erwin R. Funk,
with data collection and analysis is gratefully acknowledged.

Section 1

Introduction

1.1 Canadian Pacific Forest Products Limited

1.1.1 Facilities

The Canadian Pacific Forest Products Limited mill in Gatineau, Quebec, produces 1500 metric tons(t) of standard newsprint per day. The pulping facilities include a groundwood mill, a refiner pulp mill, and a semichemical mechanical pulp mill, each contributing roughly one third of the total production. The mill consumes 30 000 U.S. gal (113 600 L) of water per minute and rejects it (after treatment in a primary clarifier) into the Ottawa River.

1.1.2 Effluent Treatment

Suspended solids in the mill wastewater settle in the primary clarifier, forming a sludge bed (Figure 1). This sludge is collected and pumped to vacuum filters where its consistency* is raised to 18% solids. The sludge from one of the filters is then passed through the Kamyr Ring Press to raise its consistency to ±40% solids. The consistency of the sludge exiting from the Vee Press used in the past, for comparison, ranged from 22 to 28%. After mixing with bark, the sludge from the Kamyr Ring Press is burned in a refuse boiler. About 60 to 100 t (bone-dry basis) of sludge are extracted from the clarifier each day. Of this, 50 to 60 t are burned and the remainder is trucked to a dump site some 30 km from the mill.

1.1.3 Energy Usage

Manufacturing pulp and paper typically requires 9.3 x 10^9 J of steam per tonne of paper for cooking the wood chips, heating

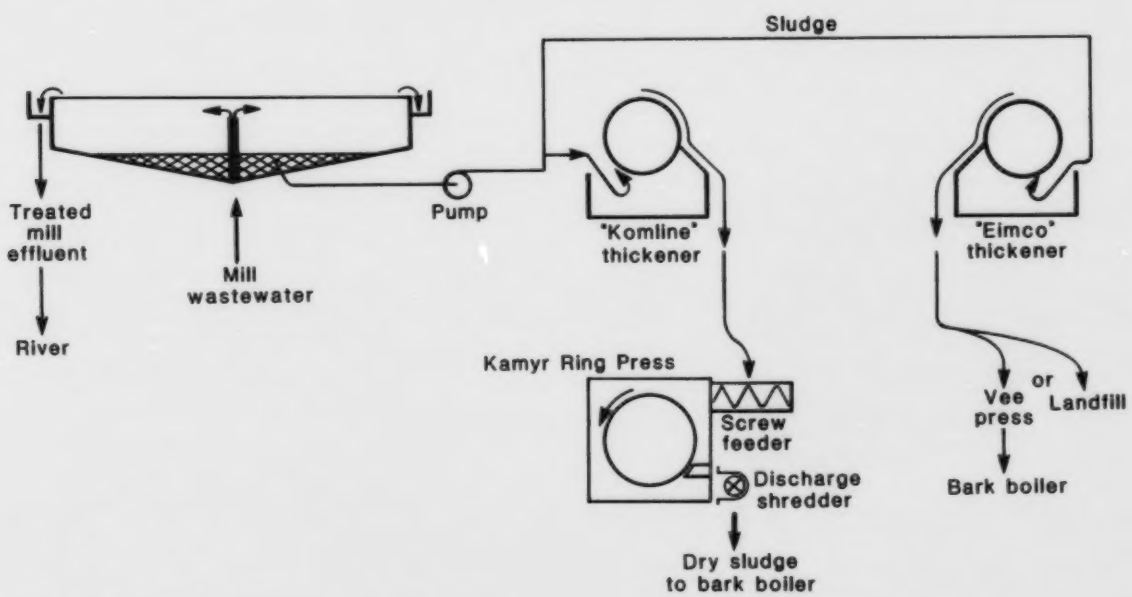


Figure 1 Mill Effluent Treatment

* Throughout this report, the term consistency is used to denote dryness.

water, or drying the paper. The steam is generated by burning natural gas, heavy fuel oil, and wood residues in large power boilers. The Gatineau mill uses steam at a rate of 475 000 to 820 000 lb/h (215 500 to 371 900 kg/h). With the existing facilities, only 50 000 lb (22 700 kg) of steam are generated per hour by burning wood residues (sludge and bark). Plans are currently under way to construct a new boiler that will generate up to 300 000 lb (136 100 kg) of steam per hour by burning wood refuse and sludge alone. This will eliminate the need to transport sludge and other wood residues to landfill sites. It will also considerably reduce the amount of fossil fuels required and, therefore, expenditures on fossil fuels.

1.2 Kamyr Ring Press

The Kamyr Ring Press is designed to dewater fibrous suspensions (sludge). It consists of one or more rotating channels mounted on a common shaft (Figure 2). The compacting pressure required for dewatering is attained from frictional forces in the rotating channel, the walls of which are comprised of a slotted casing lined with screen plate. Pushing friction from the moving channel progressively compacts the fibers toward a discharge outlet. At the same time, the liquid is pressed out through the screen holes. At the discharge outlet, an adjustable restrictor plate controls the consistency of the exiting sludge cake (Figure 3).

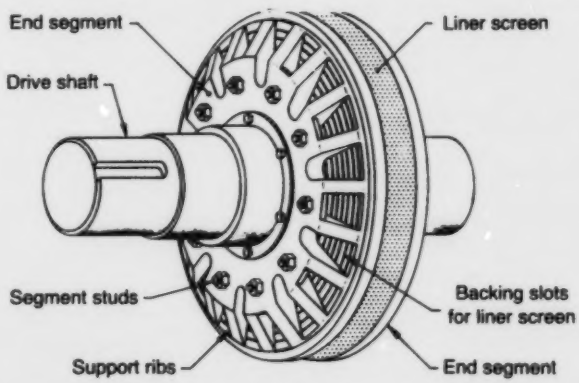


Figure 2 **Kamyr Ring Press Single Channel Rotor (from *Ring Press Information Guide*, Kamyr Bulletin No. KGD1804-MEO189)**

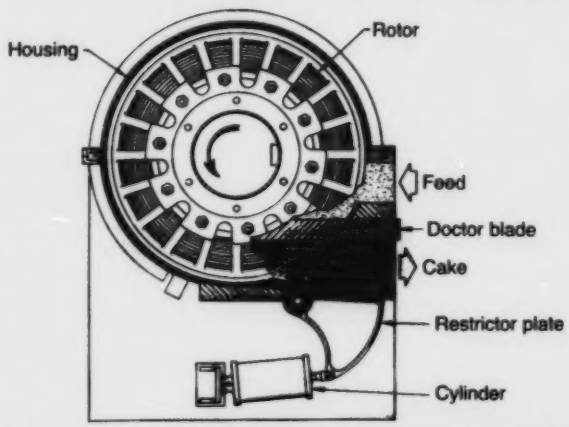


Figure 3 **Kamyr Ring Press Operation (from *Ring Press Information Guide*, Kamyr Bulletin No. KGD1804-MEO189)**

1.2.1 Specifications

Press model:	48 in./3 ring
Drive motor:	200 HP,* 1800 rpm (normal running HP: <100)
Drive gear reducer:	399.9:1 ratio
Press rpm:	3
Feed screws:	3, with motors, 5 HP and reducers
Feed screw rpm:	135
Cylinders for back pressure:	3, operating at 150 psig**
Sludge:	Supply consistency: 16-20% (bone-dry basis)
	Freeness: 80-120 CSF***
	pH: 5-5.5
	Temperature: 10-20°C
Press capacity:	50 t/d (bone-dry basis)

* 1 HP = 746 W.
** 1 psig = 6.897 kPa.
*** CSF, Canadian Standard Freeness.

Section 2

Project Development

The moisture content of clarifier sludge exiting from the Reitz "Vee" presses used at the Canadian Pacific Forest Products Limited mill in Gatineau, Quebec, in the past typically ranged from 72 to 78% (Table 1), which prevented efficient burning in the bark boiler. This high moisture content also limited the quantities that could be burned. As a result, large volumes of sludge had to be trucked to a landfill site.

In April 1985, a 40 in. Single Ring Press (Figure 4) developed by the Centre de recherches industrielle du Québec in collaboration with Kamyr, Inc. was tested at the Gatineau mill (Figure 5). The tests showed that sludge cake consistencies of 38 to 45% could easily be attained (Table 2).

Based on these results, a project proposal was prepared and submitted suggesting that considerable savings, in terms of energy costs and costs associated with transporting sludge

Table 1 Moisture Content of Sludge, Reitz "Vee" Press, August 1985

	Press No. 1		Press No. 2	
Date (Aug.)	Moisture Content Before (%)	Moisture Content After (%)	Moisture Content Before (%)	Moisture Content After (%)
1	--	--	81.8	77.5
2	81.1	--	80.1	76.1
5	79.0	76.2	79.4	76.6
6	79.9	71.4	78.9	76.4
7	80.0	74.2	78.0	76.9
8	83.5	82.2	82.9	76.5
12	83.7	83.5	--	--
13	--	--	--	--
14	--	--	78.2	--
15	76.7	72.2	--	--
16	82.6	--	79.8	77.6
19	78.5	--	--	--
20	78.7	--	80.8	--
21	80.8	78.4	79.8	70.4
22	78.8	--	82.7	--

Figure 4 **40 in. Single Ring Portable Ring Press**

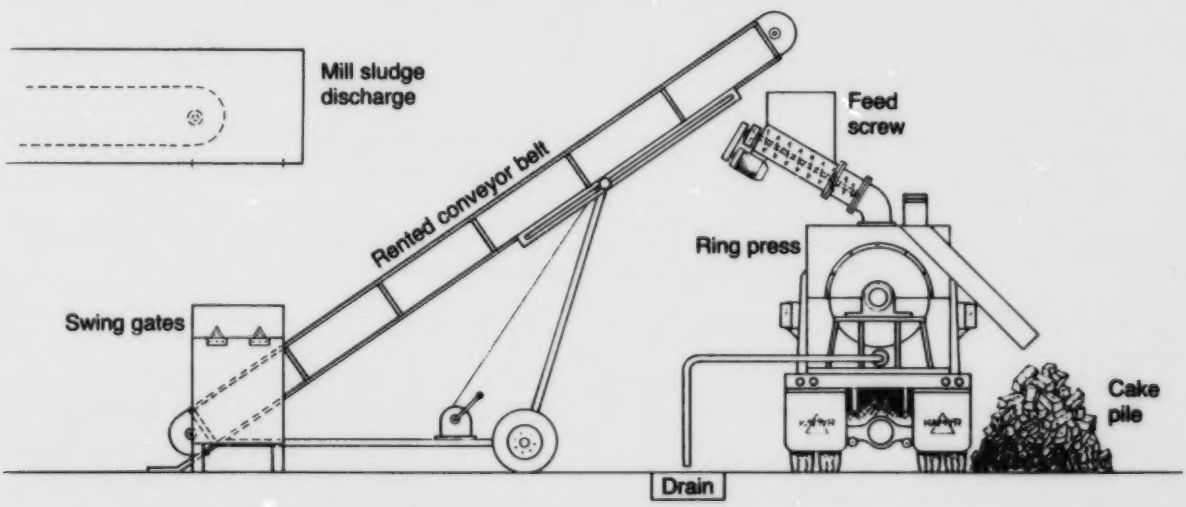


Figure 5 **Ring Press Trial Arrangement**

Table 2 40 in. Single Ring Press Test Results, April 1985

	Test Number				
	1	2	3	4	5
Press (rpm)	2.75	2.75	2.75	3.5	4.0
Cylinder (psig)	17.8	12.0	29.5	29.5	29.5
Feed screw (rpm)	110	110	110	110	110
Inlet (psig)	0.5	1.0	1-10	1.0	----
Discharge (psig) (maximum)	235	200	320	400	----
Peak torque (in.-lb)* x 100 000	4.75	4.35	5.15	5.50	----
Horsepower consumed at peak torque	20.7	19.0	24.0	30.5	----
Inlet consistency (%)	16.5	14	----	----	----
Filtrate consistency (%)	1.00	0.86	1.00	----	----
Cake consistency (%) (Kamyr)	42.2	34.8	48.7	48.9	----
Cake consistency (%) (CIP Lab)	38.0	39.6	44.7	44.0	----
Wet rate (t/d)	23.5	38.9	33.6	35.6	----
Production at CIP consistency (t/d on bone-dry basis)	8.9	15.4	15.0	15.7	----

Note: Test No. 5 was not completed because operation of the press at that rpm became erratic. The press had a tendency to hold the sludge and suddenly extrude it relatively wet.

* 1 in.-lb = 0.11298 N•m.

to landfill sites, could be realized through the use of this type of press (Appendix A).

A contract was then signed with Environment Canada, within the scope of the DRECT program, to buy, install, and operate a Kamyr Ring Press to demonstrate its potential use in the paper industry. Subsequently, a 3 ring 48 in. Ring Press was delivered to the Gatineau mill in August 1987.

Section 3

Ring Press Operation

A log detailing the operation of the Kamyr Ring Press is presented here followed by comments on problems encountered and test results.

3.1 Log of Events

Date	Event
April 19, 1985	Ring Press trials commenced with a 40 in. truck press.
October 16, 1986	Order submitted to Kamyr, Inc. for a triple-ring press.
May 28, 1987	Performance test of feed screws carried out using sludge. The sludge bridged in the inlet feed box.
August 11, 1987	Feed screws retested using a modified feed box and agitator pins on the screws (Figure 6). The agitator pins created too much agitation, which retarded throughput.
September 11, 1987	Feed screws retested again using a smaller number of agitator pins (Figure 6). The feed screws performed very well.
November 26, 1987	Initial start-up of Ring Press. Discharge cake consistency was approximately 30%, with an air cylinder pressure of 80 psig being applied to the restrictor plate (Figure 3).
November 30, 1987	Air compressor used to increase cylinder pressure. Resulted in one of the restrictor plates bending at a pressure of 100 psig.
December 9, 1987	Cheek plates installed on both sides of each of the three outlets to increase discharge friction (Figure 7).
December 11, 1987	Stronger restrictor plates installed; started operating at a pressure of 80 psig.
December 14, 1987	Air compressor again used and began operating at a pressure of 100 psig.
December 16, 1987	Nitrogen bottle installed to test operation at cylinder pressures up to 150 psig. Discharge cake consistency increased to 41.2% at 150 psig cylinder pressure.
January 14, 1988	Small air compressor installed to increase pressure on cylinders to 120 psig.

January 15, 1988	Komline filter drive modified to increase speed by 50%.
January 18, 1988	Komline filter and Ring Press operated together. Sludge production was 55 t/d (bone-dry basis) at a filter speed setting of 70%.
January 21, 1988	Shredder stopped but Ring Press continued running due to faulty interlock (Figure 1). As a result, the screens were scored. The Ring Press packed sludge into the shredder tightly, causing damage to the shredder (Figure 8).
January 22-28, 1988	Performance tests conducted.
January 29, 1988	Meeting held at CIP to discuss Ring Press modifications necessary to improve operation. Modifications agreed upon were as follows: Improving cake consistency (1) Replace damaged screen (2) Increase cylinder pressure (3) Lengthen outlets to increase outlet friction Improving wear resistance (1) Apply chrome plating to screens (2) Use replaceable wear plates on doctor blades (3) Use replaceable wear plates on restrictor plates
July 20, 1988	Ring Press was stopped because a screen plate was found in the shredder. An inspection revealed that the stainless steel screens were worn out by the abrasive sludge. The Ring Press was removed from the mill to undergo modification.
December 29, 1988	Ring Press restarted after modifications completed, i.e., new chrome screens, longer outlet, new doctor blades with wear plates, and new restrictor plates with wear plates (Figures 9 and 10).
March 8, 1989	Cake consistency tests performed at various cylinder pressures. A cake consistency of 41.3% was attained at a cylinder pressure of 145 psig.
August 29-30, 1989	Performance tests conducted. Production of 59.6 t/d (bone-dry basis) with a cake consistency of 42.1% was attained at a cylinder pressure of 150 psig.
August 31, 1989	Ring Press inspected for wear. Chrome-plated screens showed no visible signs of wear after 9 months of continuous operation. The hardened wear plates on the doctor blades and restrictor plates showed no signs of abrasive wear. The tips of the doctor blade wear plates, however, had broken off two of the doctor blades.
November 17, 1989	New chrome-plated doctor blades were ordered. The doctor blade wear plates were omitted.

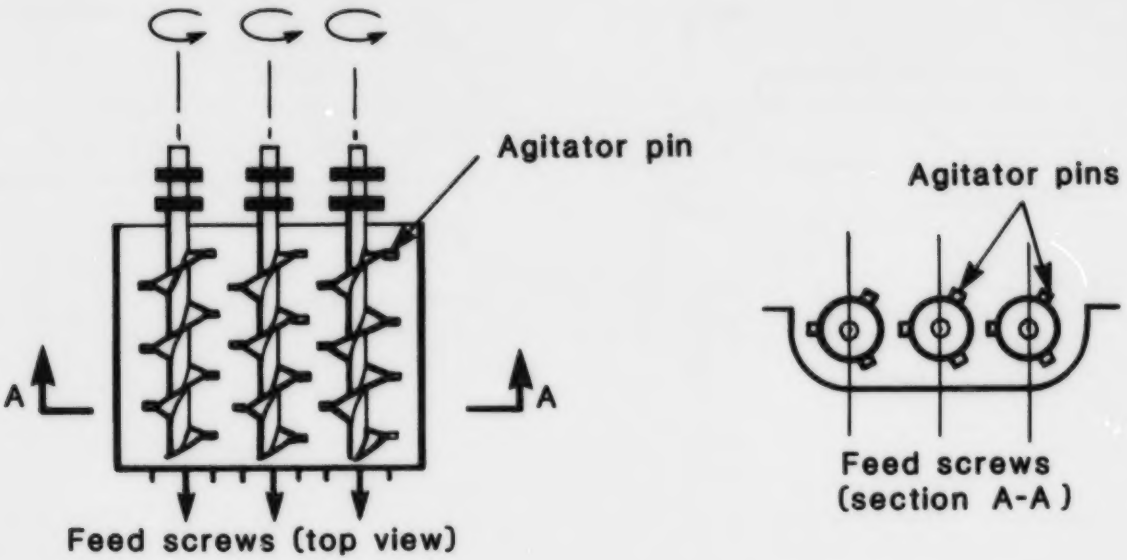


Figure 6 **Feed Screws with Agitator Pins**

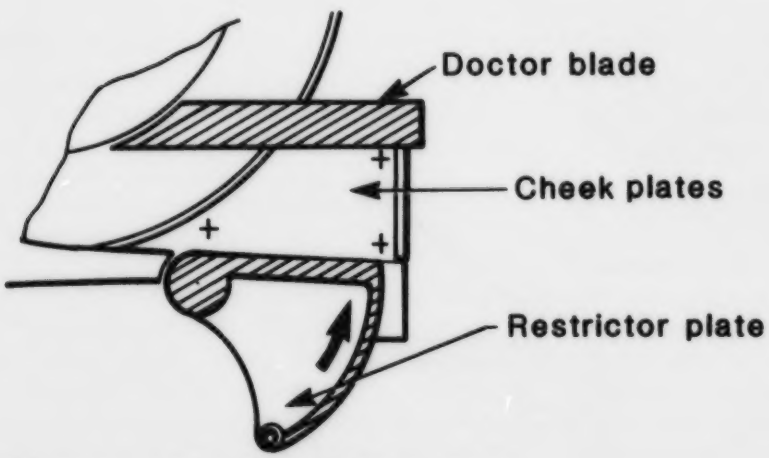


Figure 7 **Cross Section of Press Outlet**

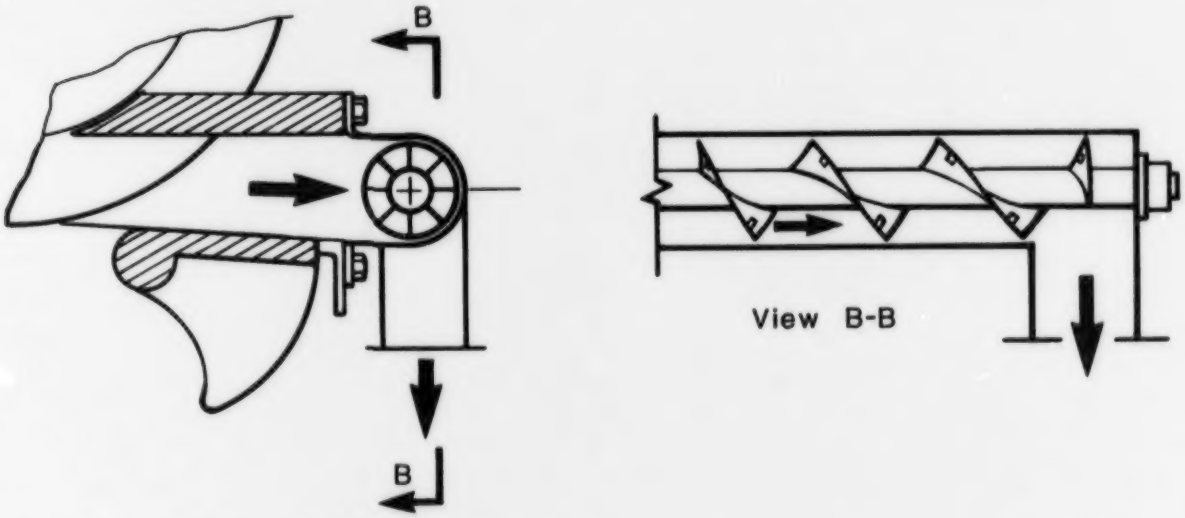


Figure 8 **Discharge Screw-Shredder**

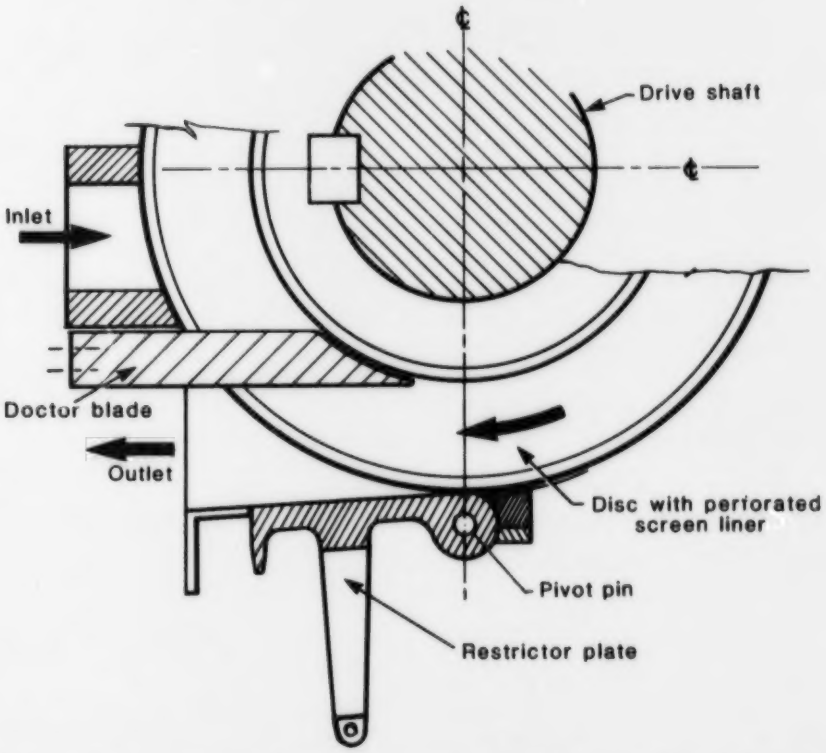


Figure 9 **Partial Cross Section Showing Original Ring Press Discharge Arrangement**

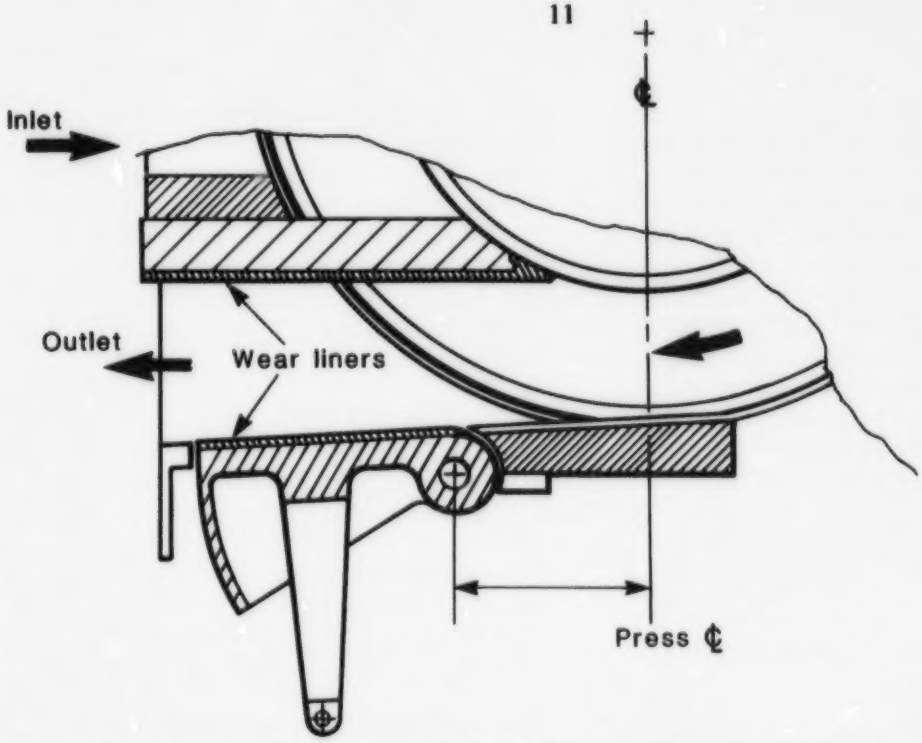


Figure 10 Partial Cross Section Showing Modified Ring Press Discharge Arrangement

3.2 Problems Encountered/Solutions

3.2.1 Initial Start-up

The restrictor blades broke after only a few hours of operation due to a design defect (Figure 7). The problem was recognized and promptly corrected by Kamyr, Inc., who supplied new restrictor blades of much heavier construction.

3.2.2 Operating Pressure

The consistency to which materials can be pressed depends, for the most part, on the compressibility of the fibers. Higher pressing pressures and higher temperatures result in closer compaction of the fibers, leaving less space for residual water.

It became immediately apparent that the mill air pressure of 80 psig was insufficient to apply enough force on the restrictor plates to achieve the expected degree of water removal. After studying various alternatives, Kamyr, Inc. supplied an air compressor capable of operating at 150 psig, which significantly improved the level of dewatering.

The press was operated at a conservative pressure of 120 psig until August 1989, at which time the operating pressure was increased to 150 psig. Plans to modify the system to operate at a pressure of 200 psig are being considered.

3.2.3 Shredder Jamming

As shown in Figure 8, a shredder screw is attached directly to the outlet of the press, discharging in a rotary air lock. Because of a defective electrical interlock, the Ring Press did not stop after the discharge shredder stopped. Consequently, the shredder continued to fill with sludge until friction finally stalled the rotor. The 200 HP drive motor then tripped. The stresses imposed on the press at that time were enormous and were sufficient to shift the rotor assembly approximately 0.125 in. (3.2 mm) axially, causing the stainless steel disc surface to rub against the stainless steel doctor blade, galling it, sealing approximately 50% of the perforations. After undergoing a thorough inspection, the unit was restarted.

3.2.4 Doctor Blades

The original doctor blades, of stainless steel construction, deteriorated rapidly. To overcome the problem, Kamyr, Inc. developed new doctor blades incorporating a cast wear plate. These were installed during a major overhaul at the end of 1988. An inspection in the summer of 1989 revealed that the rate of abrasion had been substantially reduced, but that the tip (3 in. (7.6 cm) long) of two of the doctor blade wear plates had broken off. This did not seem to affect the performance of the press, however.

In February 1990, new 316 stainless steel doctor blades with chrome plating were installed.

The idea of the cast wear plate, however, was abandoned based upon cost and performance considerations.

3.2.5 Screen Plates

The side screens, which were damaged as a result of rubbing against the doctor blade, were replaced late in 1988 with chrome-plated screens for added resistance to abrasion. To date, these screens have performed as expected, the only concern being the apparent wear at the weld between the disc and the circumferential ring.

The press was opened for inspection and replacement of the doctor blades in February 1990.

3.2.6 Modification of the Discharge Section

As shown in Figures 9 and 10, the restrictor plate was moved outward to increase friction in the outlet channel, retention time, pressure, and, therefore, water removal.

3.2.7 Feed Screws

The feed screws wear more frequently than other components of the press. For this reason, the screws are replaced and rebuilt on a routine basis.

3.2.8 Modification of Inlet

Modifying the inlet arrangement would allow for more equal distribution of the sludge among the three rings of the press. The three screws could discharge in one common discharge spout. Other Kamyr clients have tried various modifications; we are waiting for the results and will proceed according to their experience.

3.2.9 Press Reliability

In 1989, the press was shut down for 2 days when the tip of one of the doctor blades broke off and jammed the discharge screw. This was the only unplanned downtime in 1989 directly attributed to the press. All other downtime was attributed to auxiliary equipment (e.g., feed conveyor system, discharge screw, rotary air lock).

When compared with the Reitz "Vee" presses used at the Gatineau mill in the past, the Kamyr Ring Press has proven to be exceptionally reliable and efficient.

3.2.10 Operator Intervention

The press operates at a constant rpm and with a constant pressure being applied to the restrictor plate. It is insensitive to reductions in throughput, the only limitation being that the inlet chute will eventually fill up if overfeeding occurs (in such a case, a photocell would detect the problem and interrupt the system). The press runs virtually unattended except when occasional plugging of the filtrate ports occurs. This problem is remedied through manual cleaning.

3.3 Test Results

Tests were conducted on two occasions:
(1) January 22-28, 1988 (Table 3), and
(2) August 29-30, 1989 (Table 4).

Figure 11 shows that the press input torque remains relatively constant regardless of changes in the feed rate. It also indicates that

Table 3 Ring Press Test Data, January 22-28, 1988

Test No.	Eimco Filter Speed (% of maximum speed)	Filter Consistency (%)(bone-dry basis)	Freeness (CSF)	Inlet Screw (% of full amperage) 1	2	3	Cylinder Pressure (psig) 1	2	3	Press Torque (in.-lb)	Cake Consistency (%) (bone-dry basis)	Press Filtrate Consistency (%)(bone-dry basis)	Production (t/d) (bone-dry basis)
1	40	21.1	--	53	52	49	80	80	80	1600	33.3	0.83	44
2	39.5	--	130	52	52	49	100	100	100	1700	34.8	0.96	44
3	39.5	20.2	--	51	51	49	125	125	125	2000	36.6	0.91	44
4	40	--	--	52	52	49	150	150	150	2200	37.3	0.97	44
5	50.5	18.5	--	51	51	48	80	80	80	1650	32.8	0.82	44
6	51	--	--	52	52	48	100	100	100	1875	33.8	1.01	44
7	51	--	--	51	51	49	125	125	125	2150	36.2	1.01	44
8	51	19.7	--	53	53	50	150	150	150	2350	36.8	1.01	44
9	61	19.4	--	54	54	50	80	80	80	1700	30.4	0.94	47
10	61	--	118	54	55	51	100	100	100	2000	31.7	0.93	47
11	61	--	--	54	56	52	125	125	125	2500	34.8	0.95	47
12	61	18.9	--	53	55	51	150	150	150	2600	36.3	0.98	47
13	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
14	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
15	70	--	--	52	53	49	125	125	125	2300	31.0	1.22	57
16	70	18.6	--	53	54	49	150	150	150	2750	36.5	1.18	57
17	80	16.7	--	52	57	48	150	150	150	2900	33.0	1.10	61
18	80	--	111	52	57	50	125	125	125	2700	30.5	1.11	61

Note: The side screen on the tending side of each ring channel had been scored and plugged prior to this test. The Ring Press, therefore, was not operating at its full potential. In spite of being heavily damaged, however, these data indicate that the performance of the Ring Press was acceptable.

Table 4 Ring Press Test Data, August 29-30, 1989*

Test No.	Eimco Filter Speed (% of maximum speed)	Filter Consistency (%)(bone-dry basis)	Inlet Screw (% of full amperage) 1	2	3	Cylinder Pressure (psig) 1	2	3	Press Torque (in.-lb)	Press Motor amperage	Cake Consistency (%) (bone-dry basis)	Production (t/d) (bone-dry basis)
1	40	19.7	50	45	45	100	100	100	2200-2300	54	38.2	42.1
2	40	--	50	45	45	125	125	125	2600-2900	60	39.2	42.1
3	40	--	50	45	45	150	150	150	2800-3200	63	40.7	42.1
4	50	18.9	50	45	45	100	100	100	2300-2400	55	36.8	37.7
5	50	--	50	48	47	125	125	125	2800-2950	62	38.8	37.7
6	50	--	50	48	47	150	150	150	3000-3200	64	40.1	37.7
7	60	17.6	50	49	47	100	100	100	2300-2450	56	35.7	38.2**
8	60	--	48	48	46	125	125	125	2750-2950	60	37.3	38.2**
9	60	--	51	51	48	150	150	150	3000-3200	64	40.6	38.2**
10	70	18.7	48	46	45	100	100	100	2500-2700	56	37.7	40.9
11	70	--	48	47	45	125	125	125	3000-3100	62	39.8	40.9
12	70	--	48	47	45	150	150	150	3100-3300	64	40.9	40.9
13	80	18.4	48	47	45	100	100	100	2400-2600	56	37.2	48.2
14	80	--	48	47	45	125	125	125	2900-3100	61	39.0	48.2
15	80	--	48	47	45	150	150	150	3150-3350	64	39.3	48.2
16	100	16.7	50	50	47	100	100	100	2600-2700	58	36.8	59.6
17	100	--	50	51	47	125	125	125	3050-3250	63	40.0	59.6
18	100	--	50	51	47	150	150	150	3200-3450	67	42.1	59.6

* The Ring Press has been equipped with chrome-plated screens.
** Production rate taken from production plot.

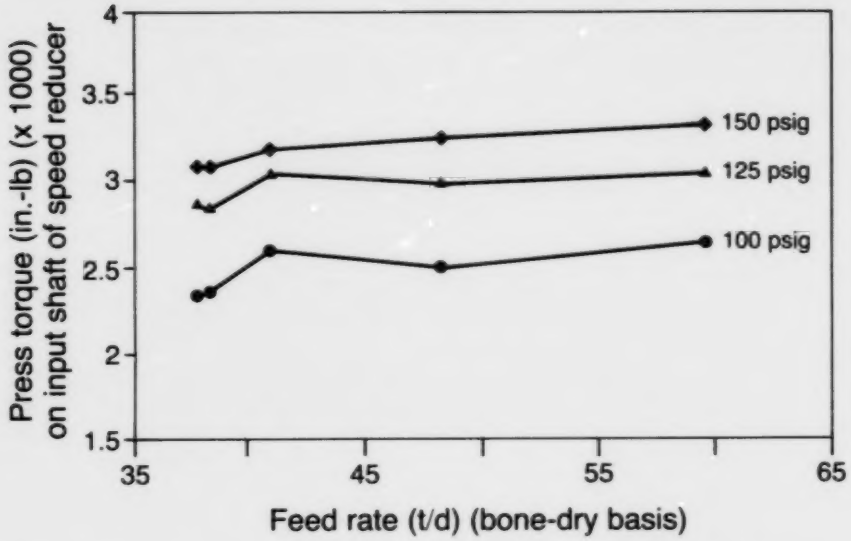


Figure 11 **Ring Press Operation with New Chromed Screens and Discharge Arrangement: Press Torque Versus Feed Rate**

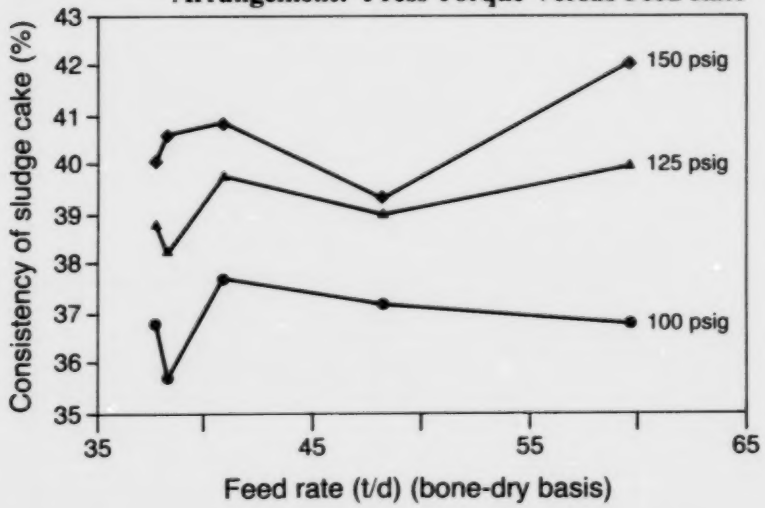


Figure 12 **Ring Press Operation with New Chromed Screens and Discharge Arrangement: Consistency Versus Feed Rate**

the press torque increases as pressure on the restrictor plate increases. Both of these observations characterize the operation of the Ring Press versus other types of machines where, for example, the torque would be proportional to the feed rate.

Figure 12 illustrates that the consistency of the sludge cake increases as pressure on the restrictor plate increases. It also reveals that consistency remains relatively constant even at 50% of the maximum throughput. This is an important advantage of the Ring Press compared with other presses where the consistency will drop drastically if the press is running below its rated feed rate. Other presses require complicated control systems (variable speed control or back pressure control, for example) to retain cake dryness with varying feed rates. The Ring Press, on the other hand, operates at constant speed and back pressure at any feed rate.

Section 4

Economic Evaluation

The time frame for this comparison is the last 4 months of 1986 and 1989.

Table 5 indicates that the average feed rate to the boiler in 1986 was 37.4 t/d on a bone-dry basis, whereas the average feed rate in 1989 was 53.7 t/d, an increase of 16.3 t/d. The moisture content of the sludge fed to the Reitz Press and the Kamyr Ring Press was essentially the same (Table 6). However, average moisture levels of sludge leaving the Reitz and Kamyr presses for the corresponding periods in 1986 and 1989 were 76.8 and 60.2%, respectively, representing percentage reductions in moisture content of 5.5 and 27.6 for the Reitz and Kamyr presses (Table 6). Thus, sludge leaving the Kamyr Press contained 21.6% less moisture than that leaving the Reitz Press.

The high moisture content of the product (sludge) fed to the boiler in 1986 limited the input rate to 35 to 40 t/d. At rates higher than 40 t/d, the input rate exceeded the combustion rate, causing sludge buildup in the furnace. When this occurred, it was necessary to discontinue feeding bark and sludge to the boiler.

The Kamyr Ring Press is capable of operating at a feed rate of 50 t/d and producing a product with a moisture content in the 55 to 60% range. In the tests conducted, the average sludge feeding rate achieved (53.7 t/d) falls within the operating specifications of the press. As well, the moisture content of the product (60.2%) is at the upper end of the design range. At this moisture content, the boiler is capable of combusting sludge at a rate of 50 to 56 t/d. Sludge feeding rates greater than 55 t/d, however, exceed the design specifications of the press and the capacity of the dewatering filter ahead of the press.

Table 5 Sludge Feed Rate to Boiler No. 6

Year	Month	Feed Rate (t/d) (bone-dry basis)
1986	September	38.2
	October	36.4
	November	38.3
	December	36.7
	Average	37.4
1989	September	55.2
	October	49.6
	November	53.3
	December	56.6
	Average	53.7

Table 6 Sludge Moisture Levels

Reitz Press				Kamyr Press			
		Moisture (%)				Moisture (%)	
Date (1986)		After Press	Before Press	Date (1989)		After Press	Before Press
Aug.	31-Sept. 6	79.1	82.2	Sept.	3-9	--	--
					10-16	58.5	82.9
Sept.	7-13	76.7	81.3		17-23	59.6	83.6
	14-20	--	82.4		24-30	61.2	82.8
	21-27	74.8	83.3				
	28-Oct.4	76.9	81.3	Oct.	1-7	60.0	83.7
					8-14	61.5	84.3
Oct.	5-11	78.1	82.8		15-21	60.1	83.5
	12-18	76.6	82.8		22-28	60.2	82.5
	19-25	--	79.9		29-Nov. 4	62.0	80.9
	26-Nov. 1	76.9	81.3				
				Nov.	5-11	59.9	83.6
Nov.	2-8	78.1	82.8		12-18	61.1	83.3
	9-15	76.6	82.8		19-25	59.6	83.6
	23-29	--	79.9		26-Dec. 2	61.2	83.5
	30-Dec. 6	75.5	80.0				
				Dec.	3-9	60.5	82.9
Dec.	7-13	--	77.4		10-16	60.4	84.0
	14-20	74.8	80.9		17-23	57.4	81.8
	21-27	77.4	78.9				
Average		76.8	81.3	Average		60.2	83.1

The efficiency of the boiler when combusting sludge from the Kamyr Ring Press, with a moisture content of 60.2%, is calculated to be 57.8% (Table 7). The efficiency of the boiler when combusting sludge from the Reitz "Vee" Press, with a moisture content of 76.8%, on the other hand, is calculated to be 32.5%. The potential savings resulting from using the Kamyr Ring Press (with its increased combustion efficiency and lower moisture levels of the sludge) are estimated to be $515 540 per year (Appendix A).

Indications are that the return on capital investment is approximately 2.5 years.

The combustion of sludge (recovered fibre) represents approximately 30% of the total wood residue combusted. The steam generated from this supplies 10% of the total energy required by the Gatineau facility. Translated into equivalent oil savings, the combustion of waste wood products currently saves about 7000 barrels of oil per month (Table 8, Appendix B).

Table 7 Boiler Operation

Parameter		Unit	Value
Boiler drum pressure		psig	500
Feedwater temperature		°F*	224
Excess air		%	40
Flue gas temperature		°F	500
Enthalpy of steam		Btu/lb**	1 204
Fuel efficiency:	Bunker C	%	84.5
	Natural gas	%	82
Fuel			
Bunker C: heat value		Btu/gal***	180 000
Natural gas		Btu/ft^3+	1 000
Bark and sludge		Btu/lb	8 700
Cost (Bunker C)		$ Cdn/bbl	21.35
Sludge burning			
Input:	1989	t/d (bone-dry basis)	53.7
	1986	t/d (bone-dry basis)	37.4
Moisture:	1989	%	60.2
	1986	%	76.8
Efficiency:++	1989	%	57.8
	1986	%	32.5

* $°C = \frac{°F-32}{1.8}$.

** 1 Btu/lb = 2.326 kJ/kg.

*** 1 Btu/gal = 0.232 kJ/L.

\+ 1 Btu/ft^3 = 37.3 kJ/m^3.

++ The combustion efficiency of burning sludge was taken from published graphs (author unknown) of combustion efficiency versus moisture content for various flue gas temperatures at fixed percent excess air, radiation loss, and unknown losses.

Table 8 Fossil Fuel Consumption, 1989

	Total Gas Consumption ($m^3 \times 10^3$)	No. 6 Boiler* Gas Consumption ($m^3 \times 10^3$)	Gas Consumption of Other Boilers ($m^3 \times 10^3$)	Oil Consumption of Other Boilers (bbl)
Sept.	9 176	1 052	8 124	2 703
Oct.	9 489	1 401	8 088	13 586
Nov.	8 071	1 482	6 589	27 614
Dec.	4 878	968	3 910	38 306

	Total Steam Generated ($lb \times 10^3$)	No. 6 Boiler Steam Generation ($lb \times 10^3$)	Other Steam Generation ($lb \times 10^3$)	Mill Days of Operation
Sept.	313 074	67 862	245 212	29
Oct.	372 248	77 304	294 944	31
Nov.	401 007	79 287	321 720	30
Dec.	332 745	45 911	286 834	23

	No. 6 Boiler Steam Generation ($lb \times 10^3$)	Steam Generation Using Gas ($lb \times 10^3$)	Steam Generation Using Bark and Sludge ($lb \times 10^3$)	%	Oil Saved** (bbl)	No. 6 Boiler Days of Operation
Sept.	67 862	30 105	37 757	55.6	7 177	29
Oct.	77 304	40 083	37 221	48.1	7 075	31
Nov.	79 287	42 406	36 881	46.5	7 010	30
Dec.	45 911	27 693	18 218	39.7	3 463	16

* No. 6 boiler is the hog fuel boiler at the Gatineau mill.
** Refer to Appendix B for detailed calculations.

Section 5

Conclusions

Overall, the experience with the Kamyr Ring Press at the Canadian Pacific Forest Products Limited mill in Gatineau, Quebec, was positive.

The key advantages of the Kamyr Ring Press are its compact design, simplicity of operation, and reliability. The press operates at a constant rpm and constant back pressure; it can accept load reductions without resulting in subsequent increases in the moisture content of the sludge cake exiting the discharge outlet; the absence of a fixed pinch point eliminates plugging; and the addition of polymers is not required. In short, the Kamyr Ring Press is capable of operating virtually unattended.

In addition to these physical/mechanical advantages, the sludge cake discharged from the Kamyr Ring Press has associated environmental benefits.

The reduced moisture content of the sludge allows it to burn more efficiently in the bark boiler. Therefore, the sludge feed rate to the boiler can be increased, which increases the amount of steam/energy generated while reducing fossil fuel consumption and the amount of waste requiring disposal at a landfill site. This, in turn, translates to financial savings.

Appendix A

Calculation of Potential Energy Savings and Environmental Benefits

Fuel Reduction

Increased heat transfer to steam resulting from the increased combustion efficiency of the boiler:

$$8700 \frac{Btu}{lb} \times 2000 \frac{lb}{t} \times 1.1023 \times \left[(53.7 \frac{t}{d} \times 0.578) - (37.4 \frac{t}{d} \times 0.325)\right]$$

$$= 3.621 \times 10^8 \, Btu/d$$

Bunker C fuel required to produce an equivalent amount of energy:

$$\frac{3.621 \times 10^8 \, Btu/d}{180000 \frac{Btu}{gal} \times 0.845 \times 35 \frac{gal}{bbl}}$$

$$= 68.02 \, bbl/d$$

Potential annual savings:

$$68.02 \frac{bbl}{d} \times \frac{\$21.35}{bbl} \times 355 \, d$$

$$= \$515\,540.59$$

Waste Reduction

The increase in the sludge feeding rate to the boiler results in a decrease in the amount of waste being transported to a dump site.

Annual reduction in waste:

$$16.3 \frac{t}{d} \times 355 \, d$$

$$= 5786.5 \, t$$

Waste is normally transported to a municipal dump site in boxes capable of holding 18 t of waste. The cost of disposing of these boxes at the dump site is $145 per box. Thus, annual savings amounting to

$$\frac{5786.5 \, t}{18 \frac{t}{box}} \times \frac{\$145}{box}$$

$$= \$46\,613.47$$

can be realized as a result of this reduction in waste.

Operating Costs

Electricity:

$$100\ HP \times 24\ \frac{h}{d} \times 350\ \frac{d}{year} \times 0.7457\ \frac{kW}{HP} \times \frac{\$0.0145}{kW\ hour}$$

= $9082.63/year

Maintenance: MTL and labour

= $100 000/year

Total operating costs, therefore, are $109 082.63/year.

Net Annual Savings

$515 540.59 + $46 613.47 - $109 082.63

= $453 071.43

Appendix B

No. 6 Boiler - Oil Saved

The total steam generated (measured, a) minus the steam generated from gas (calculated, b) equals the steam generated from bark and sludge converted to equivalent barrels of oil (c).

Example calculation for September 1989 (refer to Table 8):

(a) Total steam generated: $67\,862 \times 10^3\ lb$

(b) Steam generated from gas: $1\,052\,498\ m^3 \times \frac{1\,000 ft^3}{28.328\ m^3} \times 1\,000\ \frac{Btu}{ft^3} \times \frac{1}{1\,012}\ \frac{lb}{Btu} \times 0.82$

$= 30\,105 \times 10^3\ lb$

(c) Steam generated from bark and sludge, a - b: $37\,757 \times 10^3\ lb$

Equivalent oil savings:

$$37\,757 \times 10^3\ lb \times 1\,012\ \frac{Btu}{lb} \times \frac{1}{180\,000}\ \frac{gal}{Btu} \times \frac{1}{0.845} \times \frac{1}{35}\ \frac{bbl}{gal}$$

$= 7\,177\ bbl$

Série de la Protection de l'environnement

Égouttage des boues d'une usine de pâtes et papiers au moyen d'une presse à anneaux Kamyr

Rapport SPE 3/PF/4
Juin 1991

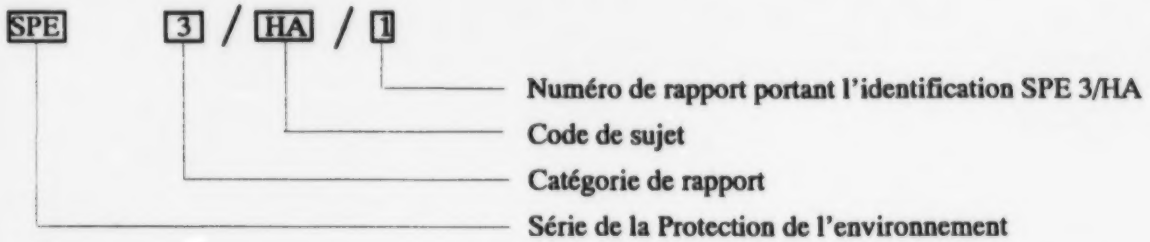
IMPRIMÉ AU CANADA

Canada

Environnement Canada | Environment Canada

SÉRIE DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Exemple de numérotation :



Catégories

1 Règlements/Lignes directrices/ Codes de pratiques
2 Évaluation des problèmes et options de contrôle
3 Recherche et développement technologique
4 Revues de la documentation
5 Inventaires, examens et enquêtes
6 Évaluations des impacts sociaux, économiques et environnementaux
7 Surveillance
8 Propositions, analyses et énoncés de principes généraux
9 Guides

Sujets

AG Agriculture
AN Technologie anaérobie
AP Polluants atmosphériques
AT Toxicité aquatique
CC Produits chimiques commerciaux
CE Consommateurs et environnement
CI Industries chimiques
FA Activités fédérales
FP Traitement des aliments
HA Déchets dangereux
IC Chimie inorganique
MA Pollution marine
MM Exploitation minière et traitement des minéraux
NR Régions du Nord et rurales
PF Papier et fibres
PG Production d'électricité
PN Pétrole et gaz naturel
RA Réfrigération et climatisation
RM Méthodes de référence
SF Traitements de surface
SP Déversements de pétrole et de produits chimiques
SRM Méthodes de référence normalisées
TS Systèmes de transport
TX Textiles
UP Pollution urbaine
WP Protection/préservation du bois

Des sujets et des codes additionnels sont introduits au besoin. On peut obtenir une liste des publications de la SPE en s'adressant aux Publications de la Protection de l'environnement, Conservation et Protection, Environnement Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0H3.

Cette publication est imprimée sur du papier contenant des rebuts recyclés.

Égouttage des boues d'une usine de pâtes et papiers au moyen d'une presse à anneaux Kamyr

par

G. Arcand et D. Heins
Produits forestiers Canadien Pacifique Ltée
Gatineau (Québec)

pour la

Direction du développement technologique
Protection de l'environnement
Conservation et Protection
Environnement Canada

Ce projet a été réalisé en vertu du Programme de création et de démonstration de techniques de conservation des ressources et de l'énergie.

Rapport SPE 3/PF/4
Juin 1991

DONNÉES DE CATALOGAGE AVANT PUBLICATION (CANADA)

Arcand, G.

Égouttage des boues d'une usine de pâtes et
papiers au moyen d'une presse à anneaux Kamyr

(Rapport ; SPE 3/PF/4)
Texte en français et en anglais disposé tête-bêche.
Titre de la p. de t. addit.: Dewatering pulp and
paper mill sludge using the Kamyr ring press.
ISBN 0-662-58497-X
N° de cat. MAS En49-6/3-4

1. Pâte à papier -- Industrie -- Québec (Province) --
Déchets -- Élimination. 2. Pateries (Usines) --
Québec (Province) -- Déchets -- Élimination.
3. Boues d'épuration -- Séchage. I. Heins, D.
(David). II. Canada. Direction du développement
technologique et des services techniques. III. Canada.
Environnement Canada. IV. Titre. V. Coll.: Rapport
(Canada. Environnement Canada) ; SPE 3/PF/4.

TD899.W65A72 1991 674'.042 C91-098664-9F

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1991
N° de cat. En 49-6/3-4
ISBN 0-662-58497-X

Avis de révision

Le présent rapport a été revu par la Direction du développement technologique d'Environnement Canada, qui en a approuvé la publication. Cette approbation ne signifie pas nécessairement que le contenu soit conforme aux vues et aux politiques d'Environnement Canada. Toute mention d'une marque déposée ne constitue nullement une recommandation de la part d'Environnement Canada.

Commentaires

Les personnes qui désirent faire part de leurs commentaires sur la teneur du présent rapport sont priées de les adresser à :

S.A. Ross
Direction du développement technologique
Conservation et Protection
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

Exonération de responsabilité

Produits forestiers Canadien Pacifique Ltée se décharge de toute responsabilité ou obligation eu égard à l'utilisation de toute installation ou de tout matériel d'égouttage des boues. En outre, Produits forestiers Canadien Pacifique Ltée rejette notamment toute responsabilité, obligation ou garantie relative à l'installation, à la mise en marche, à l'exploitation, au rendement ou à la prestation de services techniques de toute installation dotée de ce genre de matériel.

Produits forestiers Canadien Pacifique Ltée ne garantit pas que l'utilisation ou la vente d'une installation ou d'un appareil d'égouttage des boues, y compris la presse à anneaux Kamyr, n'enfreint pas les droits de brevet d'autres personnes.

Résumé

À l'usine de pâtes et papiers de Produits forestiers Canadien Pacifique Ltée de Gatineau, au Québec, les déchets sont pressés au moyen d'une presse à anneaux Kamyr avant d'être incinérés. La conception innovatrice de cette presse, mise au point par le Centre de recherche industrielle du Québec, constitue une solution de rechange intéressante aux filtres à disques, aux presses à bandes ou aux presses à vis qui sont d'usage courant au sein de l'industrie des pâtes et papiers.

Table des matières

Résumé v
Liste des figures viii
Liste des tableaux ix
Remerciements x

Section 1
Introduction 1
1.1 Produits forestiers Canadien Pacifique Ltée 1
1.1.1 Installations 1
1.1.2 Traitement des effluents 1
1.1.3 Consommation d'énergie 2
1.2 Presse à anneaux Kamyr 2
1.2.1 Caractéristiques 3

Section 2
Évolution du projet 4

Section 3
Exploitation de la presse à anneaux 7
3.1 Journal des événements 7
3.2 Problèmes et solutions 9
3.2.1 Démarrage initial 9
3.2.2 Pression de fonctionnement 9
3.2.3 Blocage de la déchiqueteuse 10
3.2.4 Lames de docteur 12
3.2.5 Tamis 12
3.2.6 Modification de la section d'évacuation 12
3.2.7 Vis d'alimentation 12
3.2.8 Modification de l'admission 12
3.2.9 Fiabilité de la presse 12
3.2.10 Intervention du conducteur 13
3.3 Résultats des essais 13

Section 4
Évaluation économique 17

Section 5
Conclusion 21

Annexe A
Calcul des économies d'énergie potentielles et des avantages sur le plan environnemental 23

Annexe B
Chaudière n° 6 - économie de mazout 25

Liste des figures

1	Traitement des effluents de l'usine	1
2	Rotor profilé simple de presse à anneaux Kamyr	2
3	Fonctionnement de la presse à anneaux Kamyr	3
4	Presse à un anneau mobile de 40 po	5
5	Agencement d'essai de presse à anneaux	5
6	Vis d'alimentation avec goupilles d'agitation	9
7	Vue en coupe de la sortie de la presse	10
8	Déchiqueteuse à vis d'évacuation	10
9	Vue en coupe partielle de l'agencement original de la sortie de la presse à anneaux	11
10	Vue en coupe partielle de l'agencement modifié de la sortie de la presse à anneaux	11
11	Fonctionnement de la presse à anneaux dotée de nouveaux tamis chromés et agencement de la sortie : couple et débit	13
12	Fonctionnement de la presse à anneaux dotée de nouveaux tamis chromés et agencement de la sortie : concentration et débit	14

Liste des tableaux

1	Teneur en humidité des boues provenant de la presse en V Reitz (août 1985)	4
2	Résultats des essais portant sur la presse à un anneau de 40 po (avril 1985)	6
3	Résultats des essais portant sur la presse à anneaux (du 22 au 28 janvier 1988)	15
4	Résultats des essais portant sur la presse à anneaux (29 et 30 août 1989)	16
5	Débit de boues vers la chaudière nº 6	17
6	Teneurs en humidité des boues	18
7	Paramètres de fonctionnement de la chaudière	19
8	Consommation de combustible fossile (1989)	20

Remerciements

Nous tenons à remercier sincèrement Kamyr Inc., et tout spécialement Erwin R. Funk, pour l'aide apportée en matière de collecte et d'analyse des données.

Section 1

Introduction

1.1 Produits forestiers Canadien Pacifique Ltée

1.1.1 Installations

L'usine de Produits forestiers Canadien Pacifique Ltée à Gatineau, au Québec, fabrique 1 500 tonnes métriques (t) de papier journal par jour. Les installations de pâte comprennent une râperie, une usine de pâte de raffineur et une usine de pâte mécanique mi-chimique qui fournissent chacune environ un tiers de la production totale. L'usine consomme 30 000 gallons américains (113 600 L) d'eau à la minute, qu'elle rejette dans la rivière des Outaouais après un traitement dans un clarificateur primaire.

1.1.2 Traitement des effluents

Les matières en suspension dans les eaux usées de l'usine sont décantées dans le clarificateur primaire et forment un lit de boues (figure 1). Ces boues sont recueillies et pompées vers des filtres à vide qui portent la concentration* de matières solides à 18 %. Les boues provenant de l'un des filtres sont ensuite acheminées dans la presse à anneaux Kamyr afin d'en élever la concentration de solides à ± 40 %. En comparaison, la concentration des boues utilisées par le passé

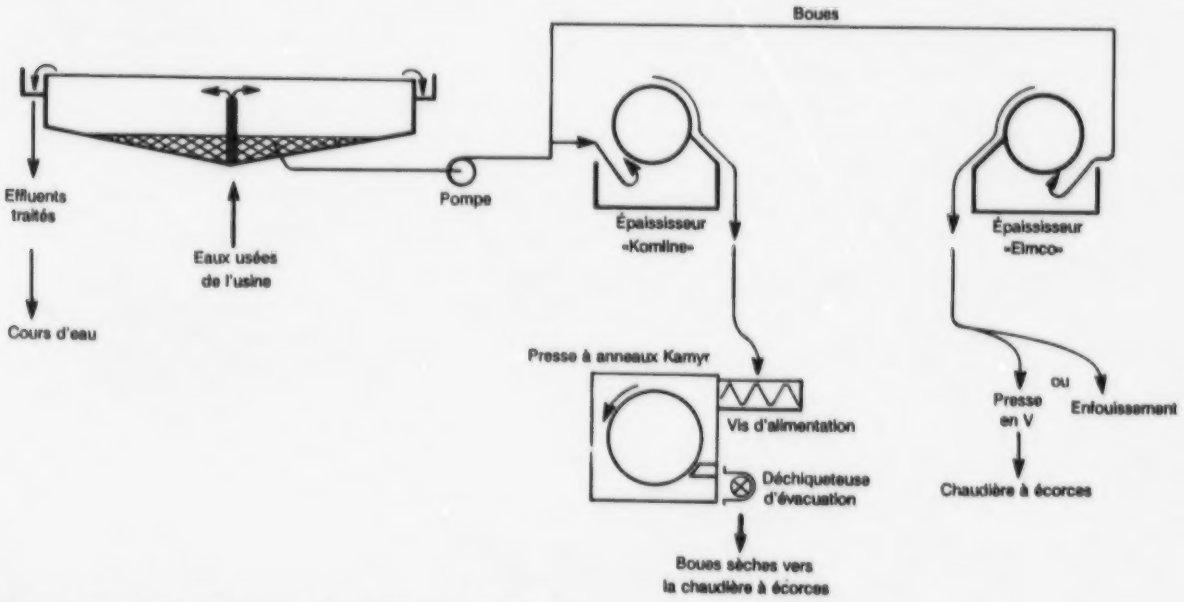


Figure 1 Traitement des effluents de l'usine

* Tout au long du présent rapport, on utilise le terme «concentration» pour désigner la siccité.

qui sortaient de la presse en V variait de 22 à 28 %. Après avoir été mélangées aux écorces, les boues d'une presse à anneaux Kamyr sont brûlées dans une chaudière à déchets ligneux. Environ 60 à 100 t anhydres de boues sont extraites du clarificateur chaque jour. De cette quantité, 50 à 60 t sont incinérées; le reste est acheminé par camion jusqu'à un dépotoir situé à quelque 30 km de l'usine.

1.1.3 Consommation d'énergie

La fabrication de la pâte et du papier nécessite d'ordinaire 9,3 x 10^9 J de vapeur par tonne de papier pour la cuisson des copeaux de bois, le chauffage de l'eau ou le séchage du papier. La vapeur est produite par la combustion de gaz naturel, de mazout lourd et de déchets ligneux dans d'immenses chaudières de force motrice. L'usine de Gatineau consomme 475 000 à 820 000 lb de vapeur à l'heure (215 500 à 371 900 kg/h). Les installations actuelles ne permettent de produire que 50 000 lb (22 700 kg) de vapeur à l'heure au moyen de la combustion de déchets ligneux (boues et écorces). On planifie actuellement la construction d'une nouvelle chaudière qui permettra de produire 300 000 lb (136 000 kg) de vapeur à l'heure par la combustion de déchets ligneux et de boues. Ainsi, il ne sera plus nécessaire de transporter les boues et les autres déchets ligneux jusqu'aux dépotoirs. On pourra aussi réduire de façon considérable la consommation de combustibles fossiles et, par conséquent, les dépenses afférentes à ceux-ci.

1.2 Presse à anneaux Kamyr

La presse à anneaux Kamyr est conçue pour l'égouttage des suspensions fibreuses (boues). Elle se compose d'un rotor profilé ou plus fixé à un arbre unique (figure 2). L'effort de compression nécessaire à l'égouttage est obtenu par le frottement du rotor dont les parois se composent d'une enveloppe perforée garnie d'un tamis. Le frottement du rotor mobile a pour effet de comprimer les fibres et de les refouler progressivement vers l'orifice de sortie. Au même moment, le liquide est exprimé à travers les perforations du tamis. À la sortie, une plaque d'étranglement réglable assure le réglage de la concentration du gâteau de boues (figure 3).

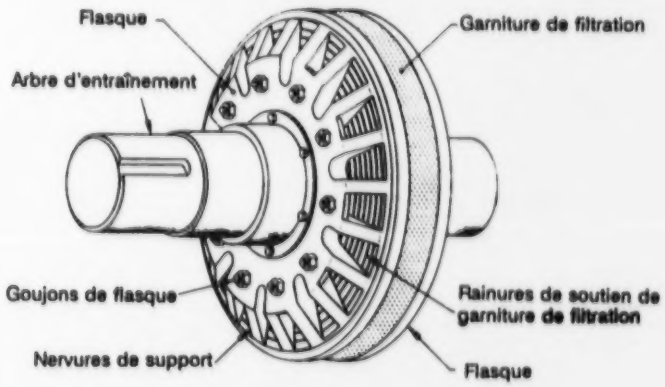


Figure 2 **Rotor profilé simple de presse à anneaux Kamyr (tiré de *Ring Press Information Guide*, bulletin Kamyr n° KGD1804-ME0189)**

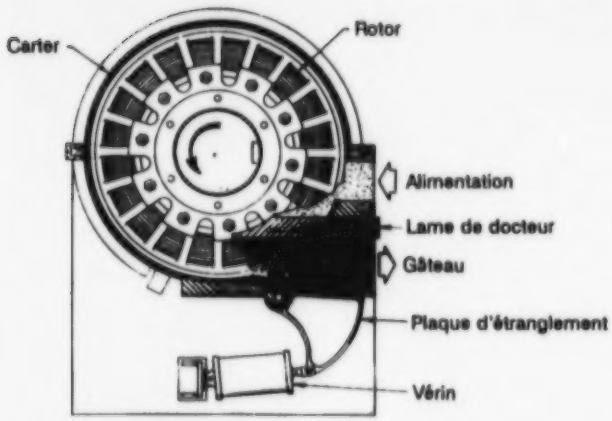


Figure 3 **Fonctionnement de la presse à anneaux Kamyr (tiré de *Ring Press Information Guide*, bulletin Kamyr nº KGD1804-MEO189)**

1.2.1 Caractéristiques

Modèle de presse :	48 po, 3 anneaux
Moteur :	200 HP*, 1 800 tr/min (puissance normale de service : <100)
Réducteur :	rapport de 399,9 à 1
Rotation de la presse :	3 tr/min
Vis d'alimentation :	3, avec moteurs 5 HP et réducteurs
Rotation des vis :	135 tr/min
Vérins de contre-pression :	3, fonctionnant à 150 lb/po²**
Boues :	concentration d'alimentation - de 16 à 20 % (anhydre) indice d'égouttage - de 80 à 120 CSF*** pH - de 5 à 5,5 température - de 10 à 20 °C
Capacité de la presse :	50 t/d (poids anhydre)

* 1 HP = 746 W
** 1 lb/po^2 = 6,897 kPa
*** CSF : Canadian Standard Freeness

Section 2

Évolution du projet

La teneur en humidité des boues provenant des presses en V Reitz, utilisées auparavant à l'usine de Produits forestiers Canadien Pacifique Ltée de Gatineau, au Québec, variait entre 72 et 78 % (tableau 1), ce qui empêchait leur incinération dans la chaudière à écorces. Cette forte teneur en humidité restreignait également la quantité de boues pouvant être brûlées. Il fallait donc envoyer par camion un grand volume de boues jusqu'aux dépotoirs.

En avril 1985, une presse à un anneau de 40 po (figure 4), mise au point par le Centre de recherche industrielle du Québec en collaboration avec Kamyr Inc., a été mise à l'essai à l'usine de Gatineau (figure 5). Il a été démontré au cours des essais qu'on pourrait produire facilement un gâteau de boues présentant une concentration de 38 à 45 % (tableau 2).

Compte tenu de ces résultats, une proposition a été élaborée et présentée. On y faisait état des économies considérables

Tableau 1 Teneur en humidité des boues provenant de la presse en V Reitz (août 1985)

Date (août)	Presse nº 1		Presse nº 2	
	Teneur en humidité avant (%)	Teneur en humidité après (%)	Teneur en humidité avant (%)	Teneur en humidité après (%)
1	--	--	81,8	77,5
2	81,1	--	80,1	76,1
5	79,0	76,2	79,4	76,6
6	79,9	71,4	78,9	76,4
7	80,0	74,2	78,0	76,9
8	83,5	82,2	82,9	76,5
12	83,7	83,5	--	--
13	--	--	--	--
14	--	--	78,2	--
15	76,7	72,2	--	--
16	82,6	--	79,8	77,6
19	78,5	--	--	--
20	78,7	--	80,8	--
21	80,8	78,4	79,8	70,4
22	78,8	--	82,7	--

Figure 4 **Presse à un anneau mobile de 40 po**

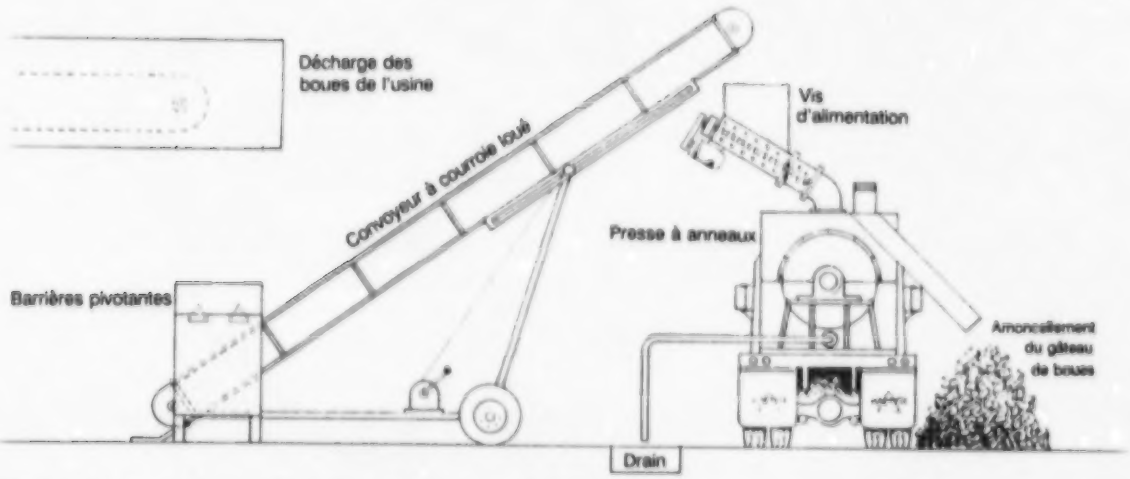


Figure 5 **Agencement d'essai de presse à anneaux**

Tableau 2 Résultats des essais portant sur la presse à un anneau de 40 po (avril 1985)

	Numéro de l'essai				
	1	2	3	4	5
Presse (tr/min)	2,75	2,75	2,75	3,5	4,0
Vérin (lb/po^2)	17,8	12,0	29,5	29,5	29,5
Vis d'alimentation (tr/min)	110	110	110	110	110
Admission (lb/po^2)	0,5	1,0	1-10	1,0	---
Évacuation (lb/po^2) (maximum)	235	200	320	400	---
Couple maximal (po/lb)* x 100 000	4,75	4,35	5,15	5,5	---
Puissance (HP) consommée au couple maximal	20,7	19,0	24,0	30,5	---
Concentration d'entrée (%)	16,5	14	---	---	---
Concentration du filtrat (%)	1,0	0,86	1,00	---	---
Concentration du gâteau (%) (Kamyr)	42,2	34,8	48,7	48,9	---
Concentration du gâteau (%) (Laboratoire CIP)	38,0	39,6	44,7	44,0	---
Débit de boues humides (t/d)	23,5	38,9	33,6	35,6	---
Production à la concentration de CIP (t/d anhydres)	8,9	15,4	15,0	15,7	---

Note : L'essai n° 5 n'a pas été mené à terme parce que la presse a présenté un fonctionnement instable à cette vitesse (tr/min). La presse avait tendance à retenir les boues, puis à les expulser dans un état relativement humide.

* 1 po/lb = 0,11298 N • m

pouvant être réalisées au titre des coûts énergétiques et des coûts afférents au transport des boues jusqu'aux dépotoirs, grâce à l'utilisation de ce genre de presse (annexe A).

Une entente a été signée avec Environnement Canada, dans le cadre du programme DRECT; elle portait sur l'achat, l'installation et l'exploitation d'une presse à anneaux Kamyr en vue de démontrer son utilité éventuelle pour l'industrie des pâtes et papiers. Par la suite, une presse à trois anneaux de 48 po a été livrée à l'usine de Gatineau en août 1987.

Section 3

Exploitation de la presse à anneaux

On trouvera ci-après un journal exposant en détail l'exploitation de la presse à anneaux Kamyr, puis des commentaires sur les problèmes survenus et les résultats des essais.

3.1 Journal des événements

Date	Événement
19 avril 1985	Commencement des essais au moyen d'une presse à anneau de 40 po montée sur camion.
16 octobre 1986	Présentation d'une commande à Kamyr Inc. en vue de l'obtention d'une presse à trois anneaux.
28 mai 1987	Essai de rendement des vis d'alimentation au moyen de boues. Les boues sont admises en dérivation dans la caisse d'alimentation.
11 août 1987	Nouvel essai des vis d'alimentation au moyen d'une caisse d'alimentation modifiée et de goupilles d'agitation fixées aux vis (figure 6). Les goupilles ont provoqué une trop grande agitation et ont ralenti l'écoulement.
11 septembre 1987	Nouvel essai des vis d'alimentation avec un nombre moins élevé de goupilles d'agitation (figure 6). Les vis ont très bien fonctionné.
26 novembre 1987	Démarrage initial de la presse à anneaux. La concentration du gâteau de sortie était d'environ 30 %; une pression de 80 lb/po^2 a été exercée par le vérin pneumatique sur la plaque d'étranglement (figure 3).
30 novembre 1987	Utilisation d'un compresseur d'air pour accroître la pression du vérin. Une des plaques d'étranglement s'est déformée sous l'effet d'une pression de 100 lb/po^2.
9 décembre 1987	Installation de contre-plaques de part et d'autre de chacun des trois orifices de sortie afin d'accroître le frottement à l'évacuation (figure 7).
11 décembre 1987	Installation de plaques d'étranglement plus robustes; amorçage à une pression de fonctionnement de 80 lb/po^2.
14 décembre 1987	Nouvelle utilisation d'air comprimé; amorçage à une pression de fonctionnement de 100 lb/po^2.
16 décembre 1987	Installation d'une bouteille d'azote afin de contrôler le fonctionnement lorsque la pression des vérins se rend à 150 lb/po^2. La concentration du gâteau à la sortie augmente à 41,2 % lorsque la pression des vérins atteint 150 lb/po^2.

14 janvier 1988	Installation d'un petit compresseur d'air afin d'accroître la pression des vérins à 120 lb/po^2.
15 janvier 1988	Modification de la commande du filtre Komline afin d'accroître la vitesse de 50 %.
18 janvier 1988	Exploitation conjointe du filtre Komline et de la presse à anneaux. La production de boues était de 55 t/d (anhydres) lorsque la vitesse du filtre était réglée à 70 %.
21 janvier 1988	Arrêt de la déchiqueteuse, tandis que la presse à anneaux continue à fonctionner en raison d'un verrouillage électrique défectueux (figure 1). Les tamis sont éraflés. La presse a comprimé les boues à l'intérieur de la déchiqueteuse et a occasionné des dommages à celle-ci (figure 8).
22 au 28 janvier 1988	Essais de rendement.
29 janvier 1988	Tenue d'une réunion aux bureaux de la CIP afin de discuter des modifications à apporter à la presse à anneaux en vue d'en améliorer le fonctionnement. Voici les modifications sur lesquelles on s'est entendu : Amélioration de la concentration du gâteau : 1) remplacer le tamis endommagé; 2) augmenter la pression des vérins; 3) allonger les sorties afin d'accroître le frottement à l'évacuation. Amélioration de la résistance à l'usure : 1) appliquer une couche de chrome sur les tamis; 2) utiliser des plaques d'usure remplaçables sur les lames de docteur; 3) utiliser des plaques d'usure remplaçables sur les plaques d'étranglement.
20 juillet 1988	Arrêt de la presse à anneaux parce qu'un tamis s'est retrouvé dans la déchiqueteuse. Après inspection, il a été établi que les tamis en acier inoxydable avaient été complètement usés par les boues abrasives. La presse à anneaux a été retirée de l'usine afin de subir des modifications.
29 décembre 1988	Remise en marche de la presse à anneaux après qu'elle ait subi des modifications (nouveaux tamis chromés, sortie plus longue, nouvelles lames de docteur munies de plaques d'usure et nouvelles plaques d'étranglement munies de plaques d'usure (figures 9 et 10).
8 mars 1989	Contrôles de la concentration du gâteau à diverses pressions. Une concentration de 41,3 % a été enregistrée à une pression de vérin de 145 lb/po^2.
29 et 30 août 1989	Essais de rendement. Une production de 59,6 t/d (anhydres) et une concentration de 42,1 % ont été enregistrées à une pression de vérin de 150 lb/po^2.

31 août 1989	Contrôle de l'usure de la presse à anneaux. Les tamis chromés ne présentaient aucun signe visible d'usure après neuf mois de fonctionnement continu. Les plaques d'usure des lames de docteur et des plaques d'étranglement ne présentaient aucune trace d'usure par frottement. Cependant, les pointes des plaques d'usure ont provoqué la rupture de deux lames de docteur.
17 novembre 1989	Commande de nouvelles lames de docteur chromées. Les plaques d'usure des lames de docteur n'ont pas été installées.

3.2 Problèmes et solutions

3.2.1 Démarrage initial

Les lames d'étranglement se sont rompues après seulement quelques heures de fonctionnement en raison d'un défaut de conception (figure 7). Le problème a été détecté et corrigé rapidement par Kamyr Inc. qui a fourni de nouvelles lames d'étranglement beaucoup plus robustes.

3.2.2 Pression de fonctionnement

La concentration à laquelle la matière peut être pressée est surtout fonction de la compressibilité des fibres. Des pressions et des températures plus élevées permettent un compactage plus serré des fibres et laissent moins de place à l'eau résiduaire.

Il est aussitôt devenu évident que la pression d'air de l'usine (80 lb/po²) ne permettait pas d'exercer une force suffisante sur les plaques d'étranglement pour réaliser le degré

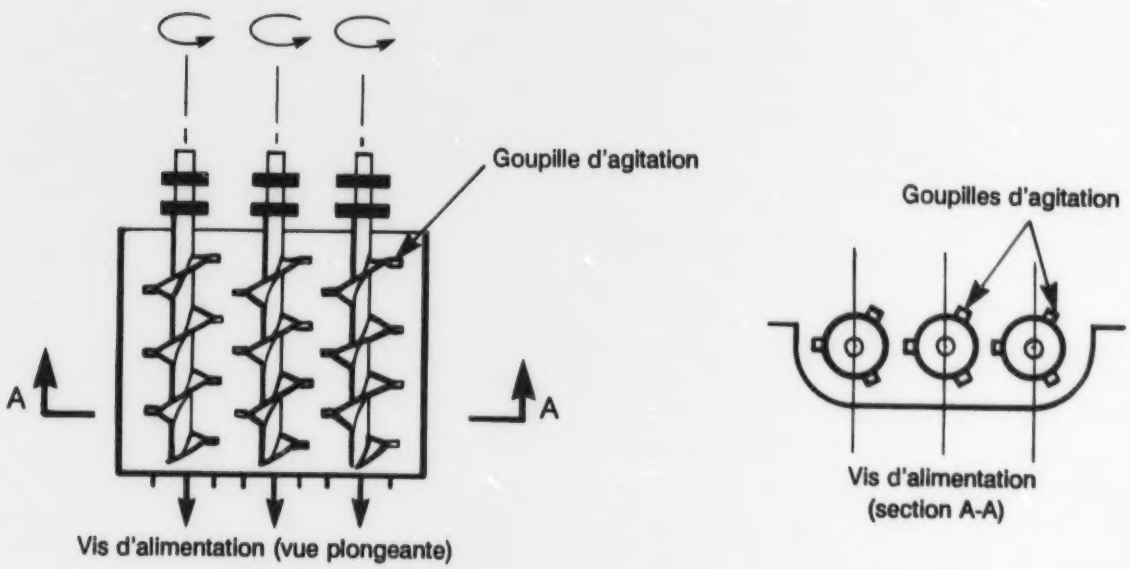


Figure 6 Vis d'alimentation avec goupilles d'agitation

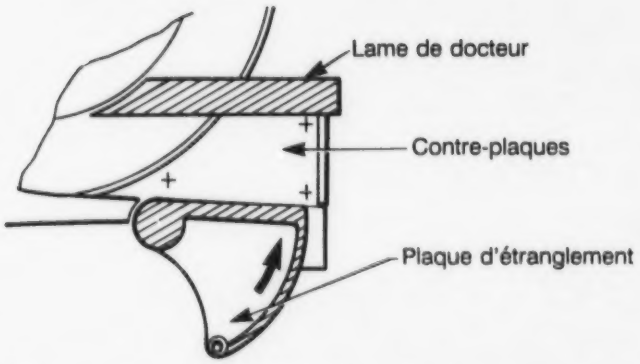


Figure 7 Vue en coupe de la sortie de la presse

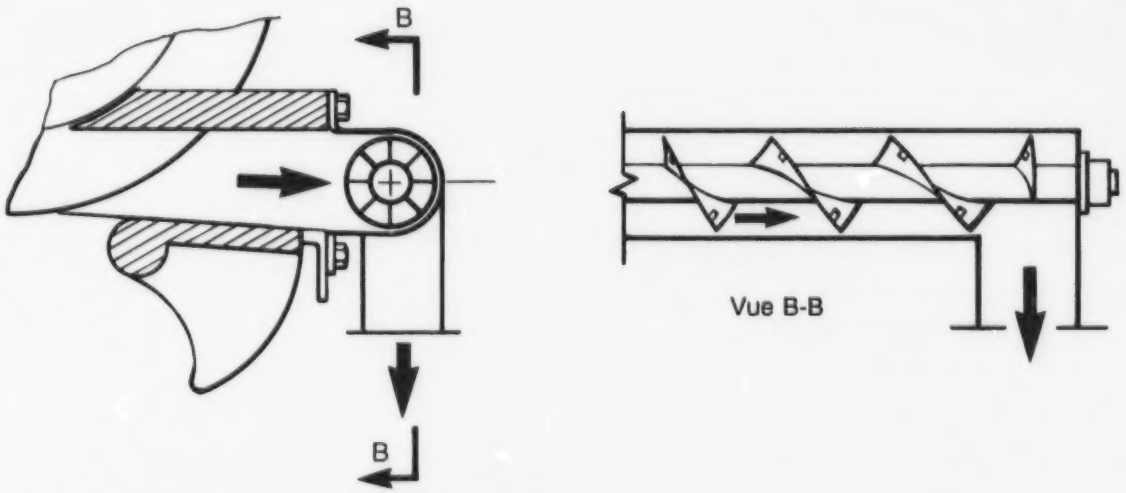


Figure 8 Déchiqueteuse à vis d'évacuation

d'égouttage prévu. Après avoir étudié diverses possibilités, Kamyr Inc. a fourni un compresseur d'air capable de fonctionner à une pression de 150 lb/po², ce qui a permis d'améliorer de façon considérable l'égouttage.

La presse a été exploitée à une pression modérée de 120 lb/po² jusqu'en août 1989, puis celle-ci a été augmentée à 150 lb/po².

On étudie la possibilité de modifier l'installation de manière à lui permettre de fonctionner à une pression de 200 lb/po².

3.2.3 Blocage de la déchiqueteuse

Comme on peut le voir à la figure 8, une vis de déchiquetage est raccordée directement à la sortie de la presse et se décharge dans un distributeur à tambour alvéolé. Par suite de

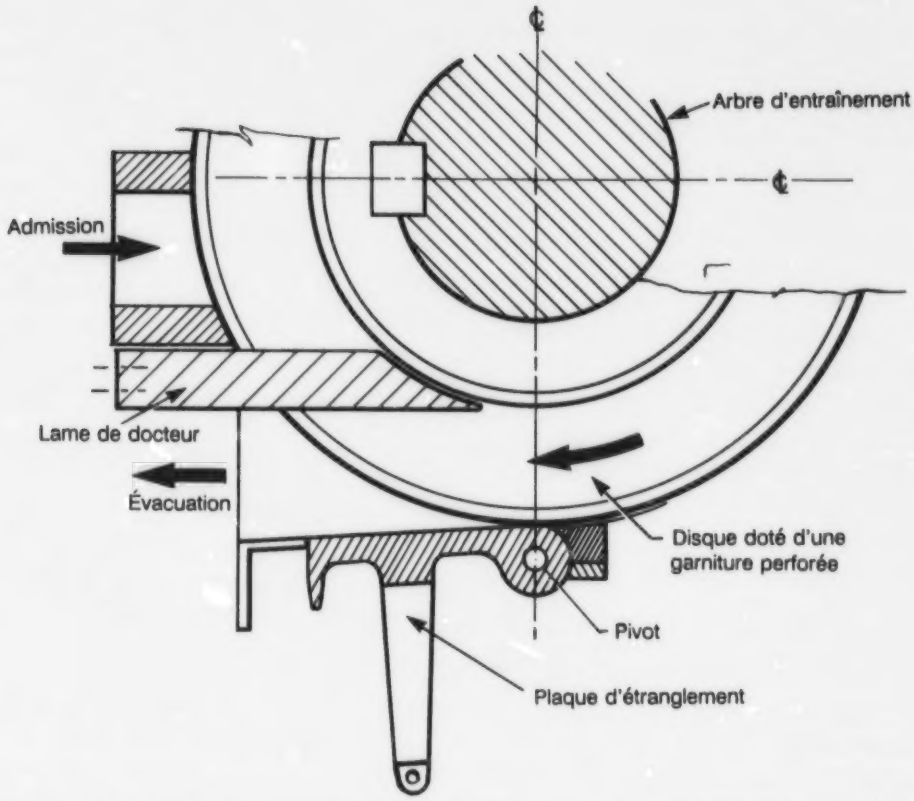


Figure 9 **Vue en coupe partielle de l'agencement original de la sortie de la presse à anneaux**

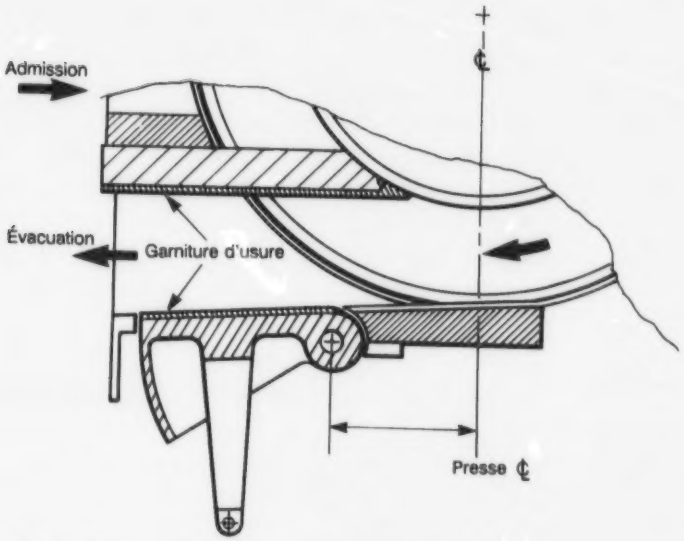


Figure 10 **Vue en coupe partielle de l'agencement modifié de la sortie de la presse à anneaux**

la défaillance d'un verrouillage électrique, la presse à anneaux n'a pas cessé de fonctionner lorsque la déchiqueteuse s'est arrêtée. La déchiqueteuse a donc continué de se remplir de boues jusqu'à ce que le frottement provoque enfin le grippage du rotor. Le moteur de 200 HP s'est ensuite déclenché. La contrainte exercée sur la presse à ce moment était si grande qu'elle a suffi à provoquer le déplacement axial du rotor sur une distance d'environ 0,125 po (3,2 mm) et, de ce fait, à engendrer le frottement du disque en acier inoxydable sur la lame de docteur en acier inoxydable. Il en a résulté le grippage de celle-ci et l'obturation d'environ 50 % des perforations. Après avoir subi une inspection en profondeur, l'installation a été remise en marche.

3.2.4 Lames de docteur

Les lames de docteur originales en acier inoxydable se sont détériorées rapidement. Afin de corriger la situation, Kamyr Inc. a mis au point de nouvelles lames munies d'une plaque d'usure rapportée. Celles-ci ont été installées au cours d'une révision importante à la fin de 1988. On a constaté au cours d'une inspection réalisée pendant l'été 1989 qu'il y avait une baisse appréciable de la vitesse d'usure, mais que la pointe de 3 po de longueur (7,6 cm) de deux plaques d'usure s'était rompue. Il ne semblait toutefois pas y avoir d'effet sur le rendement de la presse.

En février 1990, 316 nouvelles lames de docteur chromées en acier inoxydable ont été installées.

Toutefois, le principe de la pièce d'usure rapportée a été abandonné pour des motifs liés aux coûts et au rendement.

3.2.5 Tamis

Les tamis latéraux qui ont été endommagés par suite du frottement de la lame de docteur ont été remplacés, vers la fin de 1988, par des tamis chromés plus résistants à l'usure. Jusqu'à maintenant, ces tamis ont offert le rendement escompté, et la seule préoccupation porte sur l'usure apparente de la soudure entre le disque et l'anneau.

On a ouvert la presse en vue de son inspection et du remplacement des lames de docteur en février 1990.

3.2.6 Modification de la section d'évacuation

Comme on peut le voir aux figures 9 et 10, la plaque d'étranglement a été déplacée vers l'extérieur afin d'accroître le frottement dans le canal de sortie, la durée du séjour, la pression et, par conséquent, l'égouttage.

3.2.7 Vis d'alimentation

Les vis d'alimentation s'usent plus que les autres organes de la presse. C'est pourquoi les vis sont remplacées et remises en état de façon régulière.

3.2.8 Modification de l'admission

La modification de l'admission permettrait une répartition plus uniforme des boues entre les trois anneaux de la presse. Les trois vis pourraient décharger les boues dans une goulotte commune. D'autres clients de Kamyr ont essayé diverses modifications; des modifications seront apportées en fonction des résultats de ces essais.

3.2.9 Fiabilité de la presse

En 1989, la presse a été arrêtée pendant deux jours parce que la pointe d'une des lames de docteur s'est rompue et a provoqué l'obstruction de la vis d'évacuation. Il

s'agissait du seul arrêt-machine imprévu en 1989 qui était directement attribuable à la presse. Tous les autres arrêts-machines étaient imputables au matériel auxiliaire, notamment le circuit du convoyeur d'alimentation, la vis d'évacuation et le distributeur à tambour alvéolé.

Comparativement aux presses en V Reitz utilisées à l'usine de Gatineau par le passé, la presse à anneaux Kamyr a démontré une fiabilité et un rendement exceptionnels.

3.2.10 Intervention du conducteur

La presse tourne à une vitesse constante, et la pression exercée sur la plaque d'étranglement est elle aussi constante. Les baisses de débit n'ont aucune incidence, et la seule restriction découle du fait que la goulotte d'admission risque éventuellement de se remplir en cas de suralimentation (en pareil cas, une cellule photoélectrique détecte le problème et interrompt la marche de l'installation). La presse fonctionne à peu près sans surveillance, mais il peut parfois y avoir obturation des orifices d'évacuation du filtrat. Il suffit alors d'effectuer un nettoyage à la main.

3.3 Résultats des essais

Des essais ont été effectués à deux occasions, soit du 22 au 28 janvier 1988 (tableau 3) ainsi que les 29 et 30 août 1989 (tableau 4).

On peut voir à la figure 11 que le couple d'admission de la presse demeure à peu près constant, même si le débit fluctue. On constate aussi que le couple de la presse augmente au fur et à mesure que la pression exercée sur la plaque d'étranglement s'accroît. Ces deux observations caractérisent la presse à anneaux par rapport à d'autres appareils dont le couple pourrait notamment être proportionnel au débit.

On peut voir à la figure 12 que la concentration du gâteau de boues augmente au fur et à mesure que la pression exercée sur la plaque d'étranglement s'accroît. On constate également que la concentration demeure relativement constante, même à 50 % du débit maximum. Il s'agit d'un avantage important de la presse à anneaux par rapport aux autres presses dont la concentration chute de façon marquée

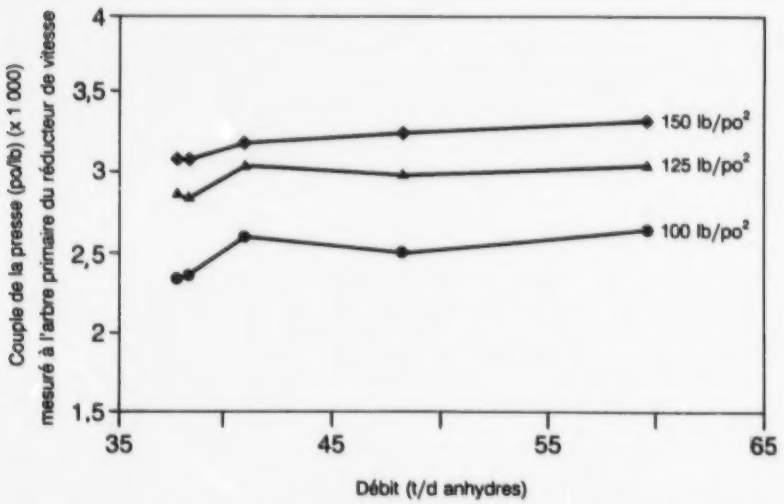


Figure 11 Fonctionnement de la presse à anneaux dotée de nouveaux tamis chromés et agencement de la sortie : couple et débit

lorsque le débit est inférieur à la valeur nominale. Certaines presses doivent être munies d'installations complexes de régulation (par exemple, une commande à vitesse variable ou un régulateur de contre-pression) afin de maintenir la siccité du gâteau lorsque le débit fluctue. Pour sa part, la presse à anneaux fonctionne à une vitesse et à une contre-pression constantes, quel que soit le débit.

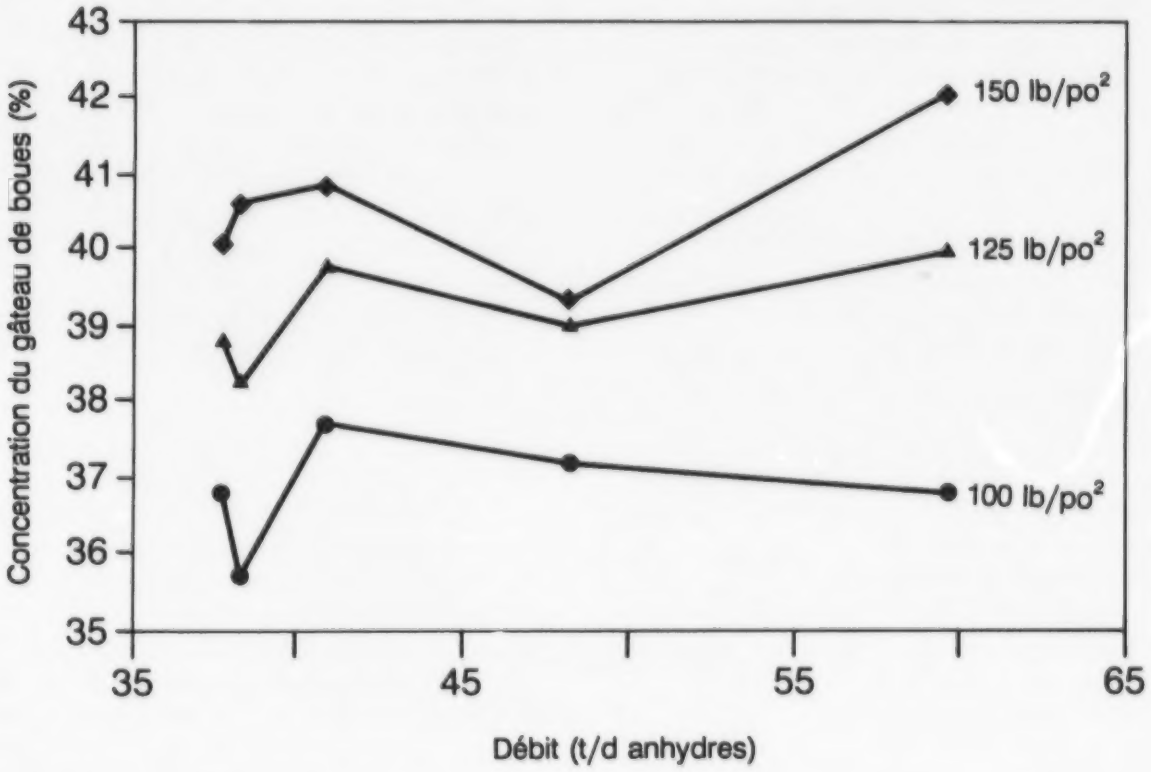


Figure 12 **Fonctionnement de la presse à anneaux dotée de nouveaux tamis chromés et agencement de la sortie : concentration et débit**

Tableau 3 Résultats des essais portant sur la presse à anneaux (du 22 au 28 janvier 1988)

Essai n°	Vitesse du filtre Eimco (% de la vitesse maximale)	Concentration dans le filtre (% anhydre)	Égouttabilité (CSF)	Vis d'admission (% de l'intensité maximale)			Pression des vérins (lb/po^2)			Couple de la presse (po/lb)	Concentration du gâteau (% anhydre)	Concentration du filtrat de la presse (% anhydre)	Production (tonnes anhydres par jour)
				1	2	3	1	2	3				
1	40	21,1	--	53	52	49	80	80	80	1 600	33,3	0,83	44
2	39,5	--	130	52	52	49	100	100	100	1 700	34,8	0,96	44
3	39,5	20,2	--	51	51	49	125	125	125	2 000	36,6	0,91	44
4	40	--	--	52	52	49	150	150	150	2 200	37,3	0,97	44
5	50,5	18,5	--	51	51	48	80	80	80	1 650	32,8	0,82	44
6	51	--	--	52	52	48	100	100	100	1 875	33,8	1,01	44
7	51	--	--	51	51	49	125	125	125	2 150	36,2	1,01	44
8	51	19,7	--	53	53	50	150	150	150	2 350	36,8	1,01	44
9	61	19,4	--	54	54	50	80	80	80	1 700	30,4	0,94	47
10	61	--	118	54	55	51	100	100	100	2 000	31,7	0,93	47
11	61	--	--	54	56	52	125	125	125	2 500	34,8	0,95	47
12	61	18,9	--	53	55	51	150	150	150	2 600	36,3	0,98	47
13	--	--	--	--	--	--	---	---	---	-----	----	----	--
14	--	--	--	--	--	--	---	---	---	-----	----	----	--
15	70	--	--	52	53	49	125	125	125	2 300	31,0	1,22	57
16	70	18,6	--	53	54	49	150	150	150	2 750	36,5	1,18	57
17	80	16,7	--	52	57	48	150	150	150	2 900	33,0	1,10	61
18	80	--	111	52	57	50	125	125	125	2 700	30,5	1,11	61

Note : Le tamis latéral du côté conducteur de chaque anneau a été éraflé et obstrué avant l'essai. La presse ne fonctionnait donc pas à pleine capacité. Toutefois, malgré ces dommages importants, les données recueillies indiquent un rendement acceptable.

Tableau 4 Résultats des essais portant sur la presse à anneaux (29 et 30 août 1989)*

Essai n°	Vitesse du filtre Eimco (% de la vitesse maximale)	Concentration dans le filtre (% anhydre)	Vis d'admission (% de l'intensité maximale)			Pression des vérins (lb/po^2)			Couple de la presse (po/lb)	Intensité du moteur de la presse	Concentration du gâteau (% anhydre)	Production (tonnes anhydres par jour)
			1	2	3	1	2	3				
1	40	19,7	50	45	45	100	100	100	2 200-2 300	54	38,2	42,1
2	40	----	50	45	45	125	125	125	2 600-2 900	60	39,2	42,1
3	40	----	50	45	45	150	150	150	2 800-3 200	63	40,7	42,1
4	50	18,9	50	45	45	100	100	100	2 300-2 400	55	36,8	37,7
5	50	----	50	48	47	125	125	125	2 800-2 950	62	38,8	37,7
6	50	----	50	48	47	150	150	150	3 000-3 200	64	40,1	37,7
7	60	17,6	50	49	47	100	100	100	2 300-2 450	56	35,7	38,2**
8	60	----	48	48	46	125	125	125	2 750-2 950	60	37,3	38,2**
9	60	----	51	51	48	150	150	150	3 000-3 200	64	40,6	38,2**
10	70	18,7	48	46	45	100	100	100	2 500-2 700	56	37,7	40,9
11	70	----	48	47	45	125	125	125	3 000-3 100	62	39,8	40,9
12	70	----	48	47	45	150	150	150	3 100-3 300	64	40,9	40,9
13	80	18,4	48	47	45	100	100	100	2 400-2 600	56	37,2	48,2
14	80	----	48	47	45	125	125	125	2 900-3 100	61	39,0	48,2
15	80	----	48	47	45	150	150	150	3 150-3 350	64	39,3	48,2
16	100	16,7	50	50	47	100	100	100	2 600-2 700	58	36,8	59,6
17	100	----	50	51	47	125	125	125	3 050-3 250	63	40,0	59,6
18	100	----	50	51	47	150	150	150	3 200-3 450	67	42,1	59,.6

* La presse à anneaux a été dotée de tamis chromés.
** Données tirées de la courbe de production.

Section 4

Évaluation économique

Les quatre derniers mois de 1986 et de 1989 sont visés par la présente comparaison.

On constate au tableau 5 que le débit moyen vers la chaudière, en 1986, était de 37,4 tonnes anhydres par jour, alors qu'il était de 53,7t/d en 1989, soit une hausse de 16,3 t/d. Les teneurs en humidité des boues acheminées dans la presse Reitz et la presse à anneaux Kamyr étaient à peu près identiques (tableau 6). Toutefois, la teneur en humidité moyenne des boues à la sortie de ces mêmes presses, au cours des périodes correspondantes de 1986 et de 1989, était de 76,8 % et de 60,2 % respectivement. Il s'agit d'une réduction de 5,5 % et de 27,6 % respectivement pour les presses Reitz et Kamyr (tableau 6). Ainsi, les boues qui quittaient la presse Kamyr renfermaient 21,6 % moins d'humidité que celles sortant de la presse Reitz.

La forte teneur en humidité des boues acheminées vers la chaudière en 1986 restreignait le débit entre 35 et 40 t/d. À plus de 40 t/d, le débit excédait la vitesse de combustion, et il en résultait des accumulations de boues à l'intérieur du foyer. En pareil cas, il fallait couper l'alimentation en écorces et en boues de la chaudière.

La presse à anneaux Kamyr peut fonctionner à un débit de 50 t/d et produire des boues dont la teneur en humidité varie entre 55 et 60 %. Au cours des essais, le débit moyen de boues enregistré (53,7 t/d) était conforme aux caractéristiques de fonctionnement de la presse. En outre, la teneur en humidité du produit (60,2 %) se trouve dans la partie supérieure de la plage nominale. Une teneur en humidité semblable permet à la chaudière de brûler les boues à un rythme de 50 à

Tableau 5 Débit de boues vers la chaudière n° 6

Année	Mois	Débit (tonnes anhydres par jour)
1986	Septembre	38,2
	Octobre	36,4
	Novembre	38,3
	Décembre	36,7
	Moyenne	37,4
1989	Septembre	55,2
	Octobre	49,6
	Novembre	53,3
	Décembre	56,6
	Moyenne	53,7

Tableau 6 Teneurs en humidité des boues

Presse Reitz			Presse Kamyr		
	Teneur en humidité (%)			Teneur en humidité (%)	
Date (1986)	Après la presse	Avant la presse	Date (1989)	Après la presse	Avant la presse
31 août au 6 sept.	79,1	82,2	3 au 9 sept.	----	----
			10 au 16	58,5	82,9
			17 au 23	59,6	83,6
			24 au 30	61,2	82,8
7 au 13 sept.	76,7	81,3			
14 au 20	----	82,4			
21 au 27	74,8	83,3	1er au 7 oct.	60,0	83,7
28 sept. au 4 oct.	76,9	81,3	8 au 14	61,5	84,3
			15 au 21	60,1	83,5
			22 au 28	60,2	82,5
5 au 11 oct.	78,1	82,8	29 oct. au 4 nov.	62,0	80,9
12 au 18	76,6	82,8			
19 au 25	----	79,9	5 au 11 nov.	59,9	83,6
26 oct. au 1er nov.	76,9	81,3	12 au 18	61,1	83,3
			19 au 25	59,6	83,6
2 au 8 nov.	78,1	82,8	26 nov. au 2 déc.	61,2	83,5
9 au 15	76,6	82,8			
23 au 29	----	79,9	3 au 9 déc.	60,5	82,9
30 nov. au 6 déc.	75,5	80,0	10 au 16	60,4	84,0
			17 au 23	57,4	81,8
7 au 13 déc.	----	77,4			
14 au 20	74,8	80,9			
21 au 27	77,4	78,9			
moyenne	76,8	81,3	moyenne	60,2	83,1

56 t/d. Toutefois, un débit supérieur à 55 t/d excède la capacité normale de la presse ainsi que la capacité du filtre en amont de celle-ci.

On a calculé que la chaudière qui assurait la combustion de boues provenant de la presse à anneaux Kamyr (60,2 % d'humidité) affichait un rendement de 57,8 % (tableau 7). Par ailleurs, le rendement de la chaudière assurant la combustion de boues provenant de la presse en V Reitz (76,8 % d'humidité) était de 32,5 %. On estime à 515 540 $ par année (annexe A) les économies possibles grâce à l'utilisation de la presse à anneaux Kamyr (rendement de combustion accru et plus faible teneur en humidité des boues). Selon les indications, le rendement des investissements est d'environ deux ans et demi.

Tableau 7 Paramètres de fonctionnement de la chaudière

Paramètre		Unité	Grandeur
Pression du ballon de la chaudière		lb/po²	500
Température de l'eau d'alimentation		F*	224
Excès d'air		%	40
Température des gaz de combustion		F	500
Enthalpie de la vapeur		Btu/lb**	1 204
Rendement du combustible :			
Mazout nº 6		%	84,5
Gaz naturel		%	82
Combustible			
Mazout nº 6 : valeur calorifique		Btu/gal***	180 000
Gaz naturel		Btu/pi³+	1 000
Écorces et boues		Btu/lb	8 700
Coût (mazout nº 6)		$ CAN/b[l]	21,35
Combustion des boues			
Admission :	1989	t/d (anhydres)	53,7
	1986	t/d (anhydres)	37,4
Humidité :	1989	%	60,2
	1986	%	76,8
Rendement : ++	1989	%	57,8
	1986	%	32,5

* $C = \frac{°F - 32}{1,8}$

** 1 Btu/lb = 2,325 kJ/kg

*** 1 Btu/gal = 0,232 kJ/L

\+ 1 Btu/pi^3 = 37,3 kJ/m^3

++ Le rendement des boues est tiré de diagrammes (de source inconnue) qui font état du rendement de combustion par rapport à la teneur en humidité, pour des gaz de combustion à diverses températures (excès d'air, pertes par rayonnement et pertes inconnues fixes).

Les boues (fibres récupérées) servant à la combustion correspondent à environ 30 % des déchets ligneux brûlés. La vapeur produite représente 10 % de toute l'énergie consommée par l'usine de Gatineau.

Lorsqu'on transpose ces données en économie de mazout, on constate que la combustion de déchets ligneux permet d'économiser environ 7 000 barils de mazout par mois (tableau 8, annexe B).

Tableau 8 Consommation de combustible fossile (1989)

	Consommation totale de gaz ($m^3 \times 10^3$)	Consommation de gaz de la chaudière n° 6* ($m^3 \times 10^3$)	Consommation de gaz d'autres chaudières ($m^3 \times 10^3$)	Consommation de mazout d'autres chaudières (b^1)
Sept.	9 176	1 052	8 124	2 703
Oct.	9 489	1 401	8 088	13 586
Nov.	8 071	1 482	6 589	27 614
Déc.	4 878	968	3 910	38 306

	Production totale de vapeur ($lb \times 10^3$)	Production de vapeur de la chaudière n° 6 ($lb \times 10^3$)	Production de vapeur par d'autres moyens ($lb \times 10^3$)	N^bre de jours d'exploitation de l'usine
Sept.	313 074	67 862	245 212	29
Oct.	372 248	77 304	294 944	31
Nov.	401 007	79 287	321 720	30
Déc.	332 745	45 911	286 834	23

	Production de vapeur de la chaudière n° 6 ($lb \times 10^3$)	Production de vapeur au moyen de gaz ($lb \times 10^3$)	Production de vapeur au moyen d'écorces et de boues ($lb \times 10^3$)	%	Économies de mazout** (b^1)	N^bre de jours d'exploitation de la chaudière n° 6
Sept.	67 862	30 105	37 757	55,6	7 177	29
Oct.	77 304	40 083	37 221	48,1	7 075	31
Nov.	79 287	42 406	36 881	46,5	7 010	30
Déc.	45 911	27 693	18 218	39,7	3 463	16

* La chaudière n° 6 constitue la chaudière à déchets ligneux de l'usine de Gatineau.

** Consulter l'annexe B pour obtenir les calculs détaillés.

Section 5

Conclusion

Dans l'ensemble, l'utilisation de la presse à anneaux Kamyr à l'usine de Gatineau, au Québec, de Produits forestiers Canadien Pacifique Ltée a donné de bons résultats.

Les principaux atouts de la presse à anneaux Kamyr sont : un faible encombrement, un fonctionnement simple et la fiabilité. La presse fonctionne à une vitesse et à une contre-pression constantes; les baisses de charge n'entraînent pas une hausse de la teneur en humidité des boues à la sortie de la presse; l'absence d'une pince fixe prévient toute obturation; il n'est pas nécessaire d'ajouter de polymères. Bref, la presse à anneaux Kamyr peut fonctionner presque sans surveillance.

Outre ces atouts physiques et mécaniques, le gâteau de boues à la sortie de la presse à anneaux Kamyr présente des avantages connexes sur le plan environnemental.

La teneur réduite en humidité des boues permet un meilleur rendement de combustion dans la chaudière à écorces. On peut donc accroître le débit de boues vers la chaudière et augmenter ainsi la quantité de vapeur ou d'énergie produite, tout en réduisant la consommation de combustible fossile et le volume de déchets destinés à l'enfouissement. Il en résulte donc des économies sur le plan financier.

Annexe A

Calcul des économies d'énergie potentielles et des avantages sur le plan environnemental

Réduction de la consommation de combustible

Accroissement de la chaleur transmise à la vapeur découlant de l'amélioration du rendement de combustion de la chaudière :

$$8\,700\,\frac{Btu}{lb} \times 2\,000\,\frac{lb}{t} \times\ 1{,}1023 \times[(53{,}7\,\frac{t}{d} \times 0{,}578) - (37{,}4\,\frac{t}{d} \times 0{,}325)]$$

$= 3{,}621 \times 10^8$ Btu/d

Besoins en mazout n° 6 pour la production d'une quantité équivalente d'énergie :

$$\frac{3{,}621 \times 10^8\ Btu/d}{180\,000\,\frac{Btu}{gal} \times 0{,}845 \times 35\,\frac{gal}{b^l}}$$

$= 68{,}02$ b^l/d

Économies annuelles possibles :

$$68{,}02\,\frac{b^l}{d} \times \frac{\$21{,}35}{b^l} \times 355\ d$$

$= 515\,540{,}59$ $

Réduction de la quantité de déchets

L'augmentation du débit de boues vers la chaudière permet une diminution de la quantité de déchets destinés à l'enfouissement.

Réduction annuelle de la quantité de déchets :

$$\$16{,}3\,\frac{t}{d} \times 355\ d$$

$= 5\,786{,}5$ t

Les déchets sont d'ordinaire transportés vers un dépotoir municipal dans des contenants pouvant renfermer 18 t de produit. Il en coûte 145 $ par contenant pour se débarrasser des boues au dépotoir. La réduction de la quantité de déchets peut donc procurer des économies annuelles de l'ordre de :

$$\frac{5\,786\,t}{18\,\frac{t}{contenant}} \times \frac{145\,\$}{contenant}$$
= 46 613,47 $

Frais d'exploitation

Électricité :

$$100\,HP \times 24\,\frac{h}{d} \times 350\,\frac{d}{a} \times 0{,}7\,457\,\frac{kW}{HP} \times \frac{0{,}0\,145\,\$}{kWh}$$
= 9 082,63 $/a

Entretien : matériel et main-d'oeuvre
= 100 000 $/a

Le total des frais d'exploitation est donc de 109 082,63 $/a.

Économies annuelles nettes

515 540,59 $ + 46 613,47 $ - 109 082,63 $
= 453 071,43 $

Annexe B

Chaudière n° 6 - économie de mazout

La quantité totale de vapeur produite (mesurée, a) moins la quantité de vapeur produite au moyen de gaz naturel (calculée, b) égale la quantité de vapeur produite au moyen d'écorces et de boues qui est convertie en un nombre équivalent de barils de mazout (c).

Exemple de calcul pour septembre 1989 (consulter le tableau 8) :

a) Quantité totale de vapeur produite : 67 862 x 10^3 lb

b) Quantité de vapeur produite au moyen de gaz :

$$1\,052\,498\ m^3 \times \frac{1\,000\ pi^3}{28{,}328\ m^3} \times 1\,000\ \frac{Btu}{pi^3} \times \frac{1\ lb}{1\,012\ Btu} \times 0{,}82$$

= 30 105 x 10^3 lb

c) Quantité de vapeur produite au moyen d'écorces et de boues :
a - b = 37 757 x 10^3 lb

Économie équivalente en mazout :

$$37\,757 \times 10^3\ lb \times 1\,012\ \frac{Btu}{lb} \times \frac{1\ gal}{180\,000\ Btu} \times \frac{1}{0{,}845} \times \frac{1}{35}\ \frac{b^l}{gal}$$

= 7 177 b^l